

bvj



bvij

2 HAVO|VWO deel B

Biologie voor jou

Biologie voor de onderbouw

Eindredactie

Lineke Pijnappels

Auteurs

Daniël van Draanen

Marianne Gommers

Arthur Jansen

Judith Korhorn

Rob Melchers

Hans Rawee

Met medewerking van

Arteunis Bos

Onno Kalverda

Rik Smale



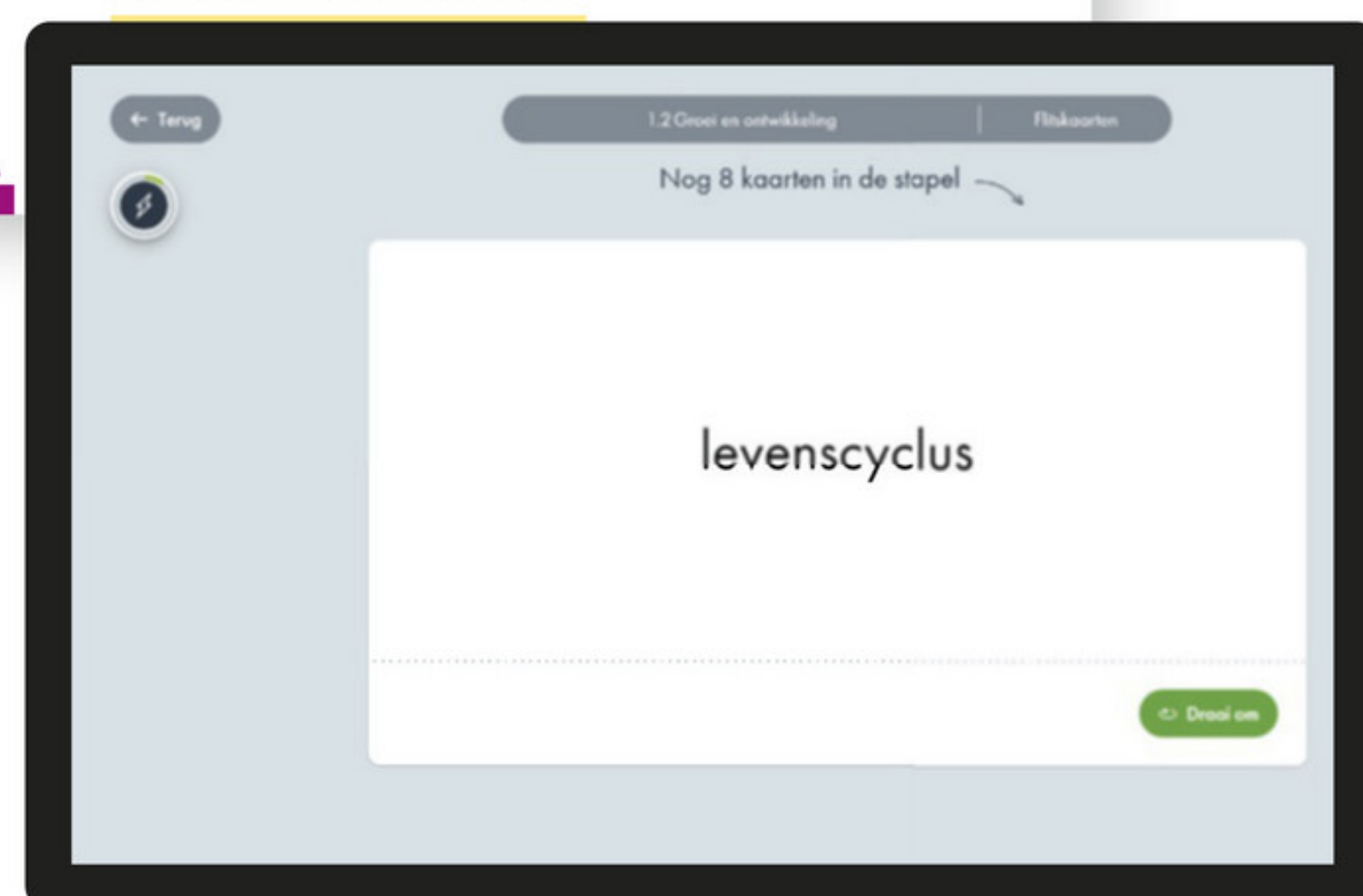
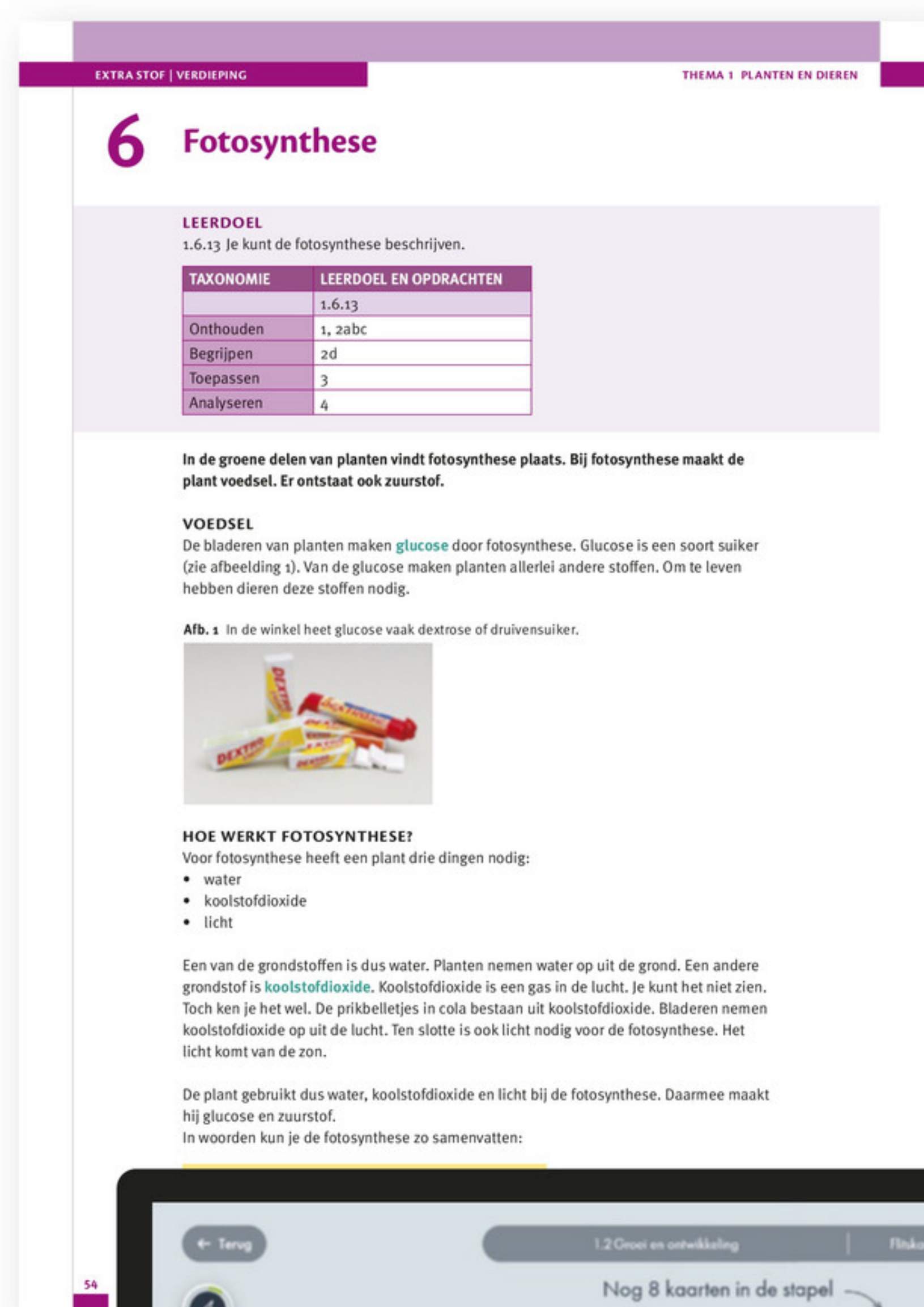
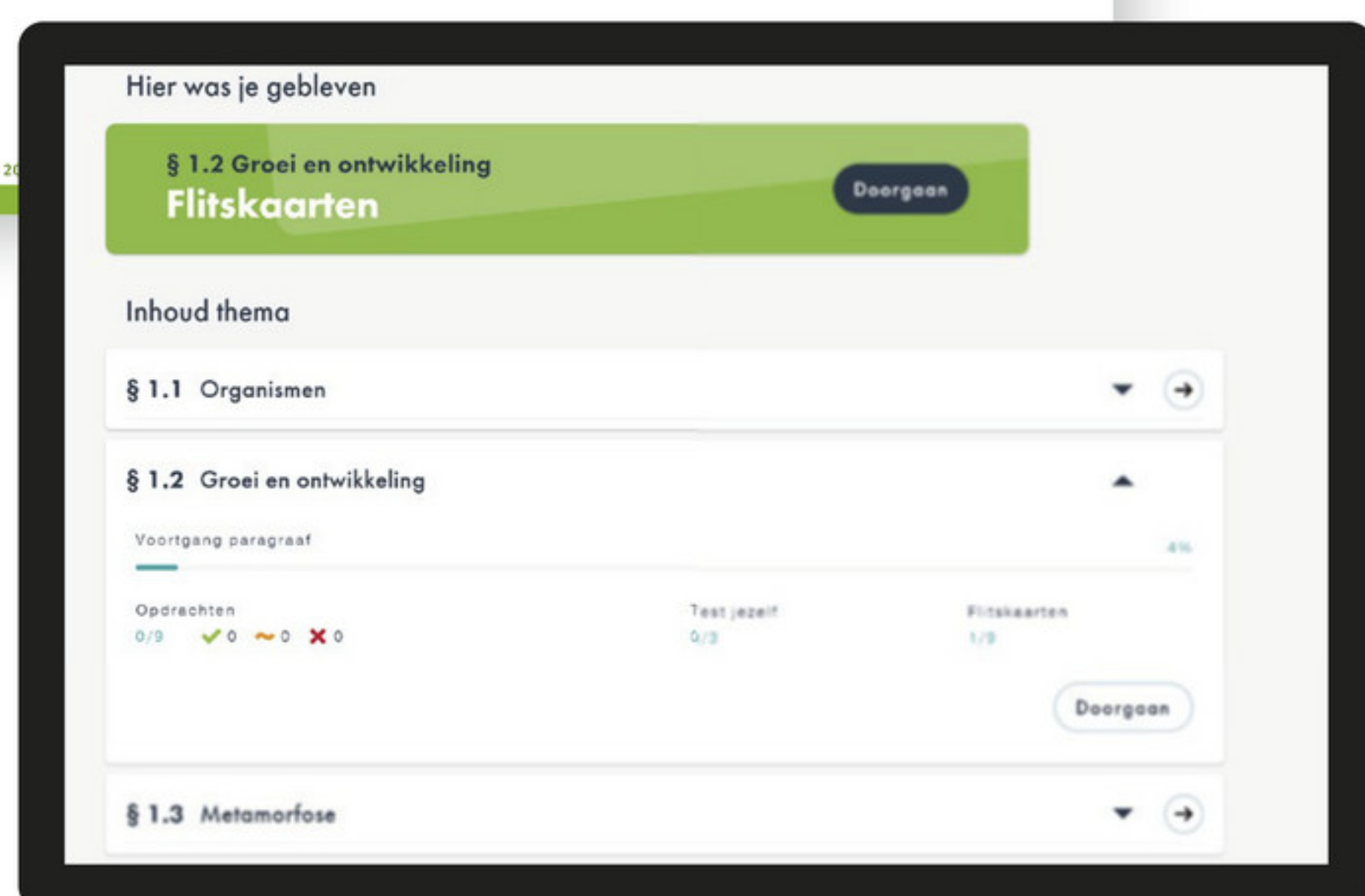
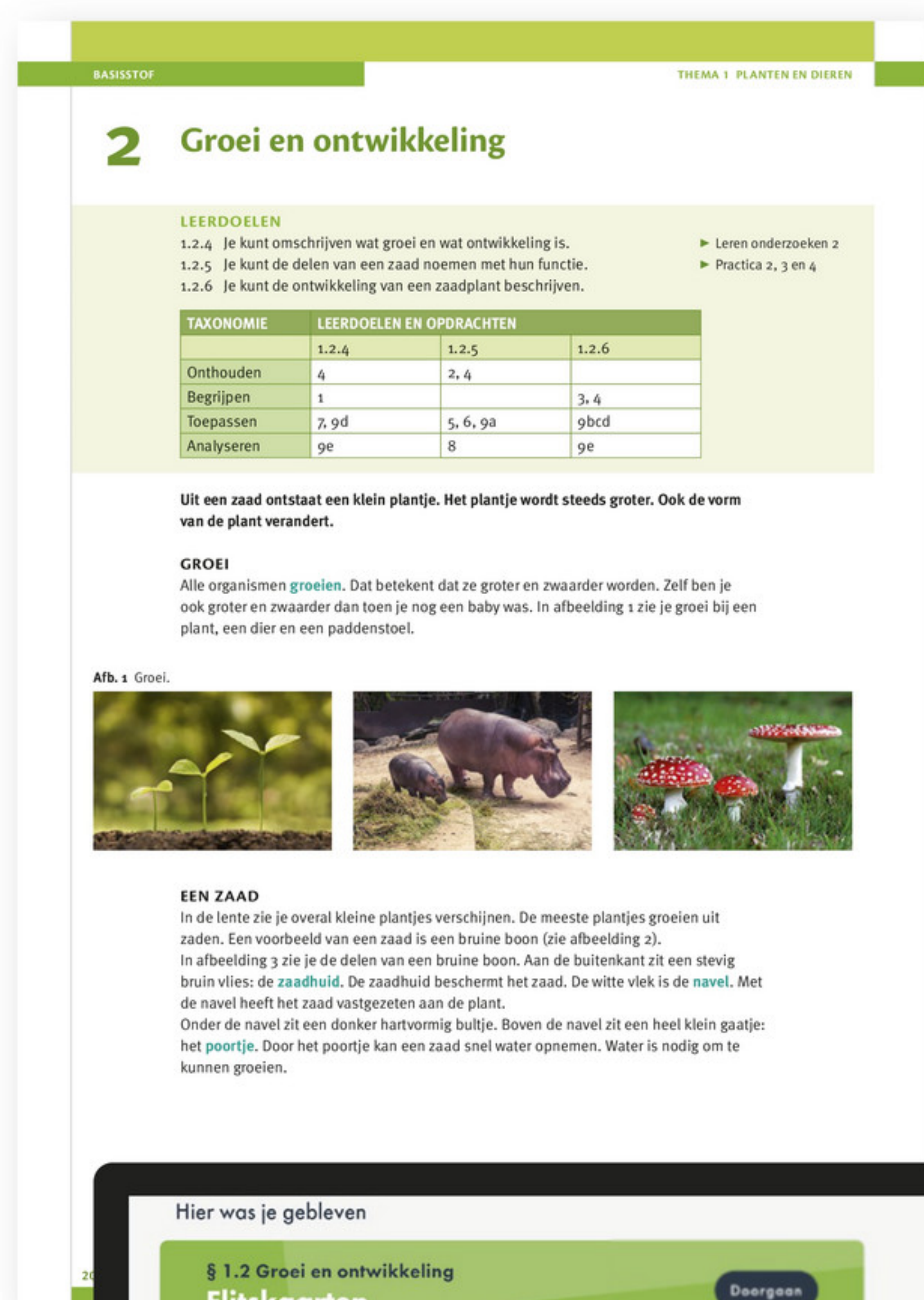
Release 8.1

www.biologievoorjou.nl

Malmberg, 's-Hertogenbosch

Aan de slag met *Biologie voor jou*

Biologie is overal om je heen. Met *Biologie voor jou* heb je alles binnen handbereik om dit te ervaren, te beleven en te ontdekken! Als je start met het introductiehoofdstuk, leer je waar het vak biologie om draait, waarom het belangrijk is en wat je ermee kunt.



Werk in je boek én online!

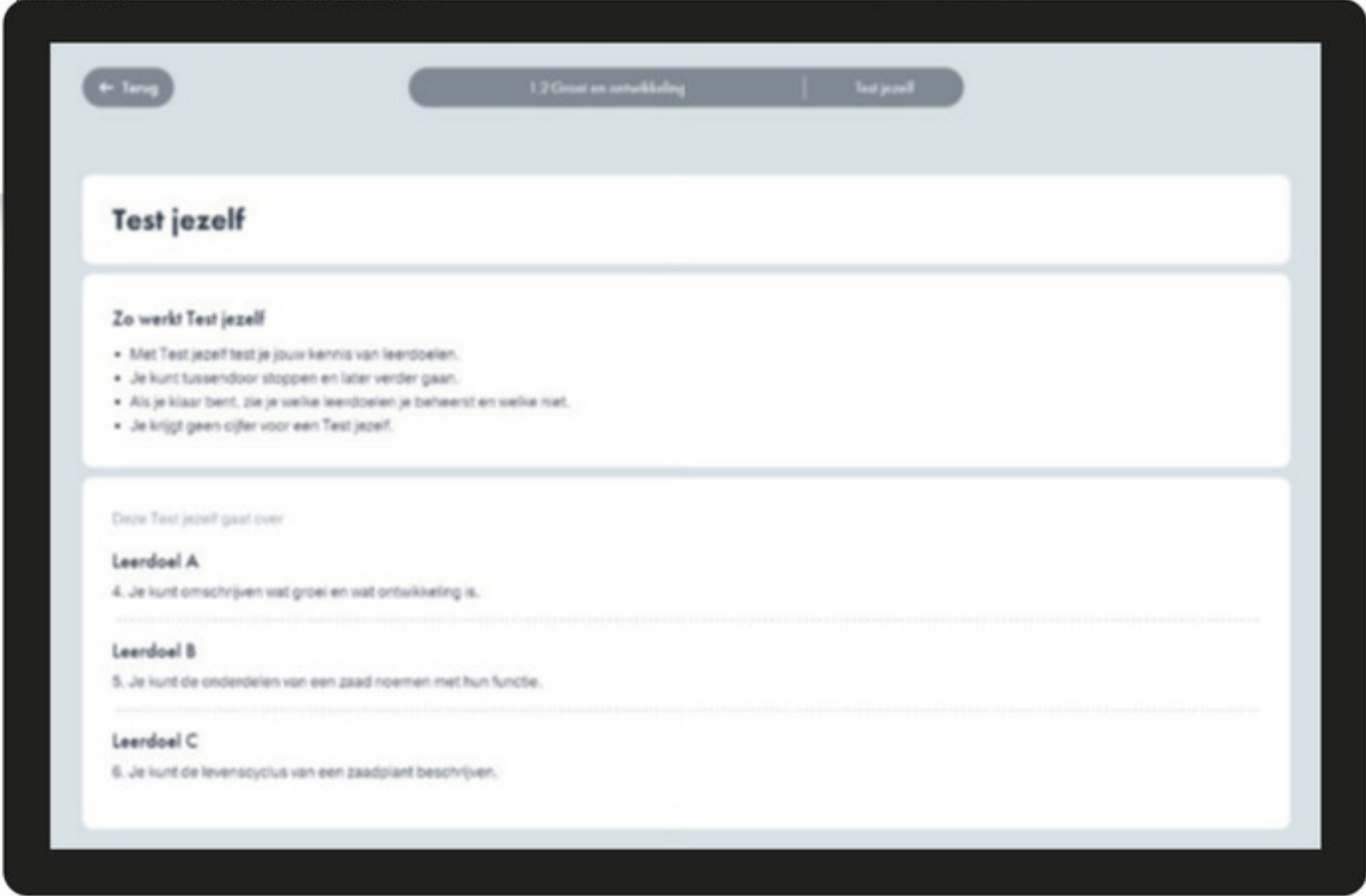
Er zijn twee boeken per leerjaar en een online leeromgeving. Je docent kiest wat je online doet (met laptop, tablet of telefoon) en wat in je boek. Elk thema is verdeeld in basisstof, extra stof, onderzoek en afsluiting. Vooraan staat steeds met leerdoelen aangegeven wat je gaat leren en op welk taxonomieniveau je het geleerde oefent bij de opdrachten. De extra stof maak je als je meer wilt weten, nieuwsgierig bent of tijd over hebt. In het onderdeel onderzoek leer je onderzoeken en ga je met practica aan de slag.

Voordelen van online

- Je ziet snel wat je goed of fout doet.
- Je krijgt direct feedback op je antwoorden.
- Je bekijkt filmpjes en animaties.
- Je leert de begrippen en overhoort jezelf met de flitskaarten.
- Je meet of je de stof beheerst met de test jezelf, oefentoets of diagnostische toets.
- Je kunt op een hoger of lager niveau en leerjaar werken.
- Je docent volgt hoe het met je gaat.

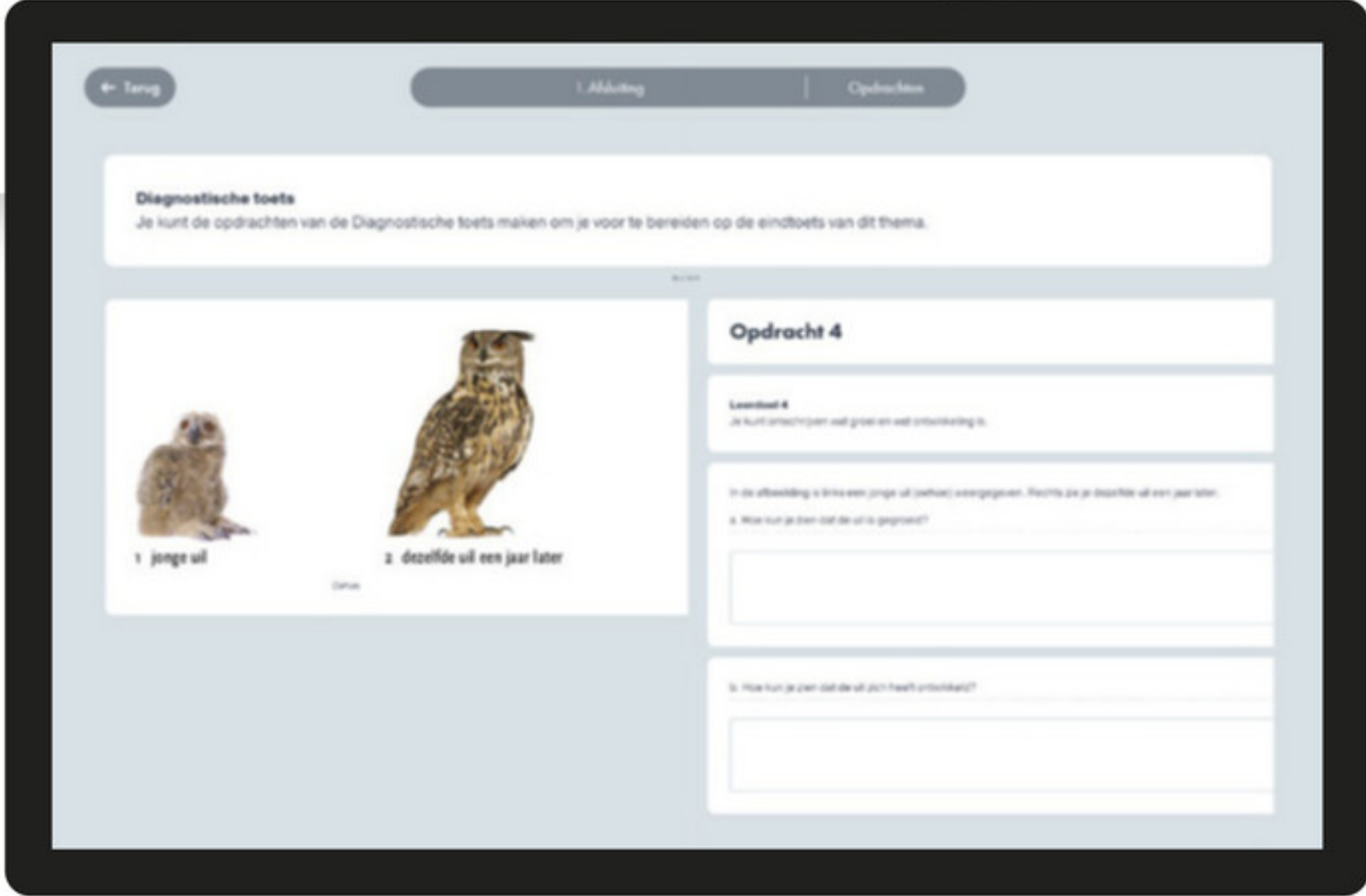
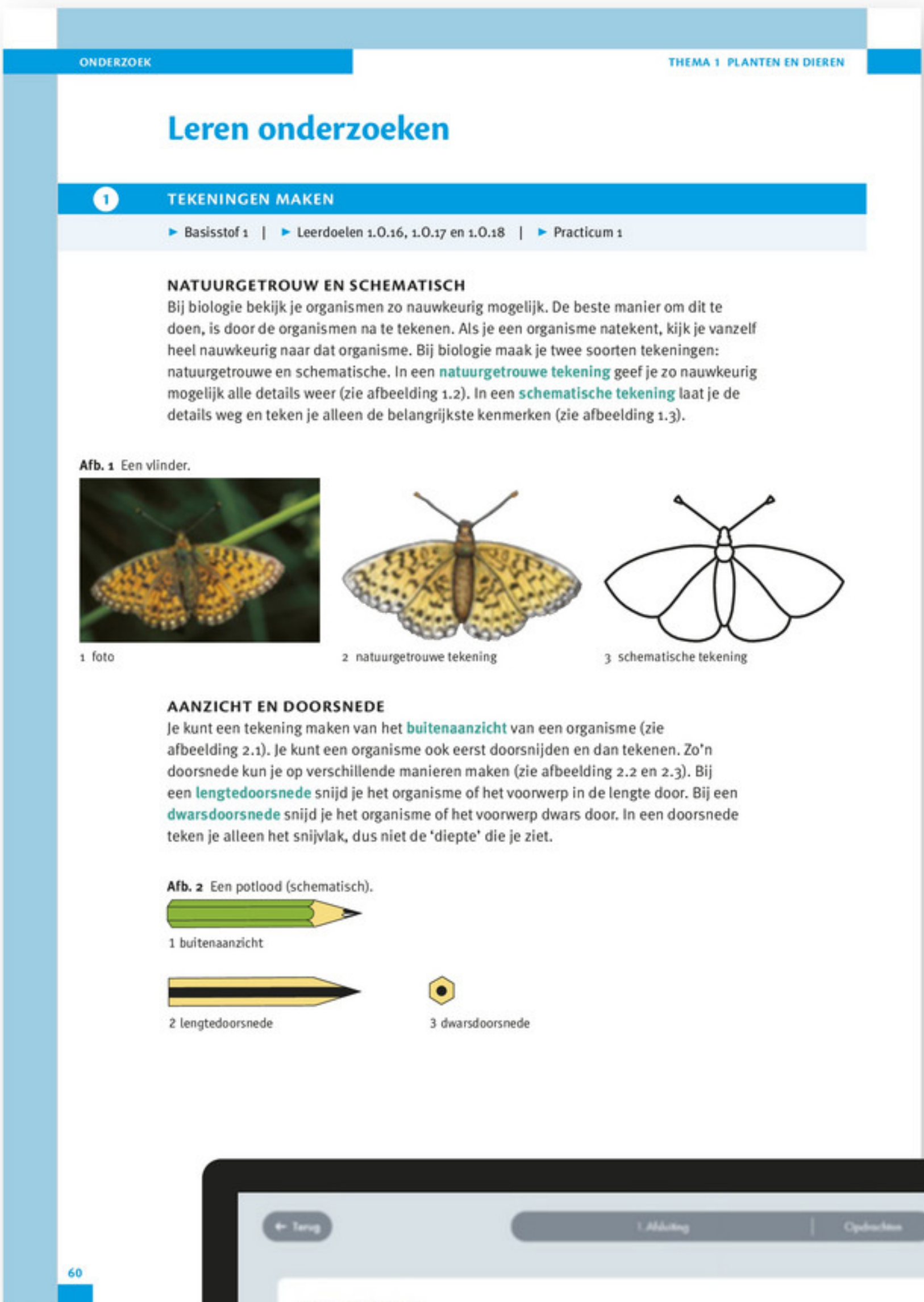
Samenhang

Aan het einde van elke basisstof én na alle basisstoffen is er een onderdeel **samenhang**. Deze staan in een oranje kader. Met de samenhang ontdek je hoe de leerstof van belang is in de wereld om je heen. Ook leer je verbanden te zien tussen de informatie uit verschillende basisstoffen.



Goede voorbereiding op de toets!

Een thema eindigt met een afsluiting (samenvatting). In de online leeromgeving vind je hier ook **flitskaarten** voor het leren van alle begrippen en er is een **diagnostische toets**. Twijfel je of je de stof voldoende beheerst? Maak dan de **test jezelf** of **oefentoets**.



Voordelen van het boek

- Je hebt snel overzicht in wat je gaat leren.
- Je leest lange teksten op papier.
- Je markeert in de tekst en maakt aantekeningen.
- Je tekent en kleurt zodat je leerstof goed onthoudt.

Betekenis symbolen

-  Deze opdracht maak je het best in je boek.
-  Ga naar de online leeromgeving voor handige extra's.
-  Met dit practicum ben je zó lang bezig.
-  Deze opdracht biedt extra uitdaging.

Inhoud

DEEL 2A

Thema 1 Verbranding en ademhaling

BASISSTOF

- 1 Stofwisseling
 - 2 Verbranding
 - 3 Het ademhalingsstelsel
 - 4 Ademhalen
 - 5 Gezonde luchtwegen
 - 6 Ademhaling bij dieren
- Samenhang:
Mondkapjes in de mode

EXTRA STOF

- 7 Roken en blowen
- 8 Koudbloedig en warmbloedig

ONDERZOEK

Leren onderzoeken
Practica

AFSLUITING

Samenvatting
Diagnostische toets



Thema 2 Voeding en vertering

BASISSTOF

- 1 Voedingsmiddelen en voedingsstoffen
 - 2 Het verteringsstelsel
 - 3 De organen voor vertering
 - 4 Gezonde voeding
 - 5 Voedselbederf
 - 6 Voeding en vertering bij zoogdieren
- Samenhang:
Flatulentie voor dummy's

EXTRA STOF

- 7 Nadenken over eten
- 8 Productinformatie

ONDERZOEK

Leren onderzoeken
Practica

AFSLUITING

Samenvatting
Diagnostische toets



Thema 3 De bloedsomloop

BASISSTOF

- 1 Bloed
 - 2 De bloedsomloop
 - 3 Het hart
 - 4 Uitscheiding
 - 5 Het immuunsysteem
 - 6 Gezond leven
- Samenhang:
Degenkrab aan het appelsap

EXTRA STOF

- 7 Weefselvloeistof en lymfe
- 8 Bloedgroepen

ONDERZOEK

Leren onderzoeken
Practica

AFSLUITING

Samenvatting
Diagnostische toets



Inhoud

DEEL 2B

Thema 4 Voortplanting en seksualiteit

BASISSTOF

1	De puberteit	8
2	Een vrouw	16
3	Een man	27
4	Seks enzo	35
5	Veilig vrijen	46
6	Zwangerschap	58
	Samenhang:	
	<i>Ik val op (jou)</i>	68

EXTRA STOF

7	Meer voorbehoeds- middelen	71
8	De geboorte	74

ONDERZOEK

Leren onderzoeken	79
Practica	86

AFSLUITING

Samenvatting	89
Diagnostische toets	

Thema 5 Erfelijkheid en evolutie

BASISSTOF

1	Genotype en fenotype	98
2	Chromosomen	106
3	Genen en allelen	116
4	De evolutietheorie	125
5	Geschiedenis van het leven op aarde	133
6	DNA-technieken	144
	Samenhang:	
	<i>Genengesleutel geeft gespiegelde slak</i>	156

EXTRA STOF

7	Transcriptie	158
8	Dominant en recessief	162

ONDERZOEK

Leren onderzoeken	166
Practica	168

AFSLUITING

Samenvatting	172
Diagnostische toets	

Thema 6 Ecologie en duurzaamheid

BASISSTOF

1	Organismen en hun omgeving	180
2	Voedselrelaties en kringlopen	190
3	Samenleven	200
4	Natuurbeheer	207
5	Mens en milieu	216
6	Duurzaamheid	226
	Samenhang:	
	<i>Glasaalsmokkelaars gesnapt</i>	236

EXTRA STOF

7	Energiestroom in een ecosysteem	239
8	Voedselproductie	242

ONDERZOEK

Leren onderzoeken	248
Practica	254

AFSLUITING

Samenvatting	264
Diagnostische toets	

PROJECT

Zorgen voor de toekomst	270
-------------------------	-----

Register	272
Colofon	275

4

Voortplanting en seksualiteit

Ongeveer na je 10e verjaardag begint je lichaam te veranderen. Seksualiteit gaat een rol spelen in je leven. Een jongen krijgt zijn eerste zaadlozing en een meisje wordt voor het eerst ongesteld.

BASISSTOF

1	De puberteit	8
2	Een vrouw	16
3	Een man	27
4	Seks enzo	35
5	Veilig vrijen	46
6	Zwangerschap	58
	Samenhang	68
	<i>Ik val op (jou)</i>	

EXTRA STOF

7	Meer voorbehoedsmiddelen	71
8	De geboorte	74

ONDERZOEK

	Leren onderzoeken	79
	Practica	86

AFSLUITING

	Samenvatting	89
	Diagnostische toets	





1 De puberteit

LEERDOELEN

4.1.1 Je kunt primaire en secundaire geslachtskenmerken noemen.

4.1.2 Je kunt de lichamelijke en geestelijke veranderingen in de puberteit beschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	4.1.1	4.1.2
Onthouden	1abc	3
Begrijpen	1d, 4	2, 4, 5b
Toepassen	5a, 6a	7a, 8, 10bc
Analyseren	6b, 9b	5c, 7b, 9, 10ad

Mensen verschillen erg van elkaar. Mannen zien er meestal anders uit dan vrouwen, jongens anders dan meisjes. Maar ook tussen twee jongens of twee meisjes zijn er allerlei verschillen.

GESLACHTSKENMERKEN

Als een baby is geboren, zie je meestal meteen of het een jongetje of een meisje is. Dat noem je het **geslacht** of de **seks** van de baby. De lichamelijke kenmerken waaraan je het geslacht herkent, noem je **geslachtskenmerken**. De geslachtskenmerken die al bij de geboorte aanwezig zijn, heten **primaire geslachtskenmerken**. In afbeelding 1 zie je de primaire geslachtskenmerken:

- Een jongetje herken je aan zijn penis en zijn balzak.
- Een meisje herken je aan haar vulva (schaamlippen, clitoris en opening van de vagina).

Een enkele keer is aan de buitenkant niet meteen te zien of de baby een jongen of een meisje is. Dat gebeurt in Nederland gemiddeld één keer per week. De baby heeft dan zowel mannelijke als vrouwelijke geslachtskenmerken, of de geslachtskenmerken verschillen van de norm. Dit noem je **interseks**. Soms blijkt pas in de puberteit dat een persoon interseks is.

Ongeveer na je 10e verjaardag vinden er veranderingen in je lichaam plaats. Gemiddeld komen jongeren in hun 12e levensjaar in de **puberteit**. In de puberteit verander je lichamelijk, geestelijk en sociaal.

Afb. 1 Primaire geslachtskenmerken zijn al bij de geboorte aanwezig.



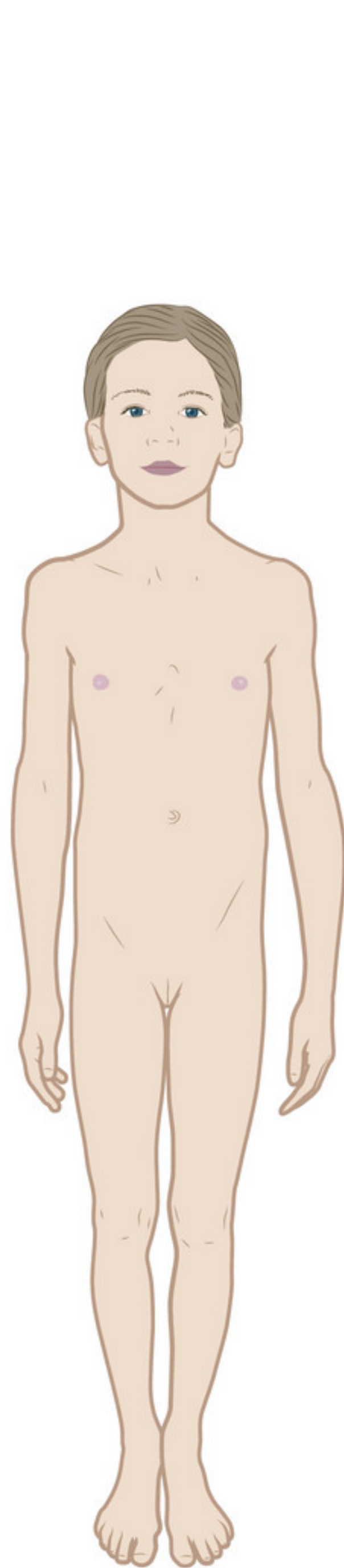
LICHAMELIJKE VERANDERINGEN

Sommige **lichamelijke veranderingen** kun je aan jezelf zien. Bijvoorbeeld dat je op ongeveer 12-jarige leeftijd snel begint te groeien (de groeispurt). Veel jongeren krijgen haar onder hun oksels en rond hun geslachtsorganen (schaamhaar). Andere lichamelijke veranderingen kun je niet aan jezelf zien. Bijvoorbeeld dat zich in je lichaam je voortplantingsorganen ontwikkelen.

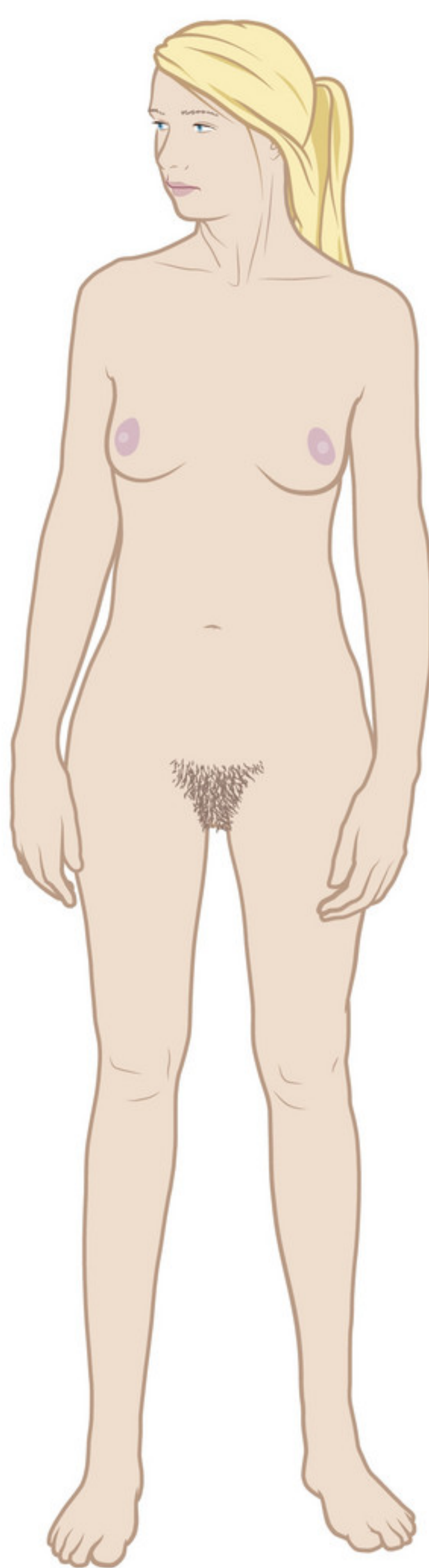
De geslachtskenmerken die in de puberteit ontstaan, heten **secundaire geslachtskenmerken**. In afbeelding 2 zie je een vrouw die rondere lichaamsvormen heeft dan een meisje. De vrouw heeft in de puberteit borsten en bredere heupen gekregen. In afbeelding 3 zie je de secundaire geslachtskenmerken bij een man. De volwassen man heeft een meer gespierde lichaamsbouw dan de jongen. In de puberteit heeft hij baardgroei en borsthaar gekregen. Ook is zijn stem lager geworden ('de baard in de keel'). Schaamhaar groeit in de puberteit zowel bij vrouwen als bij mannen. Omdat de vorm ervan verschilt, kun je het toch een secundair geslachtskenmerk noemen.

Afb. 2 Geslachtskenmerken bij een vrouw.

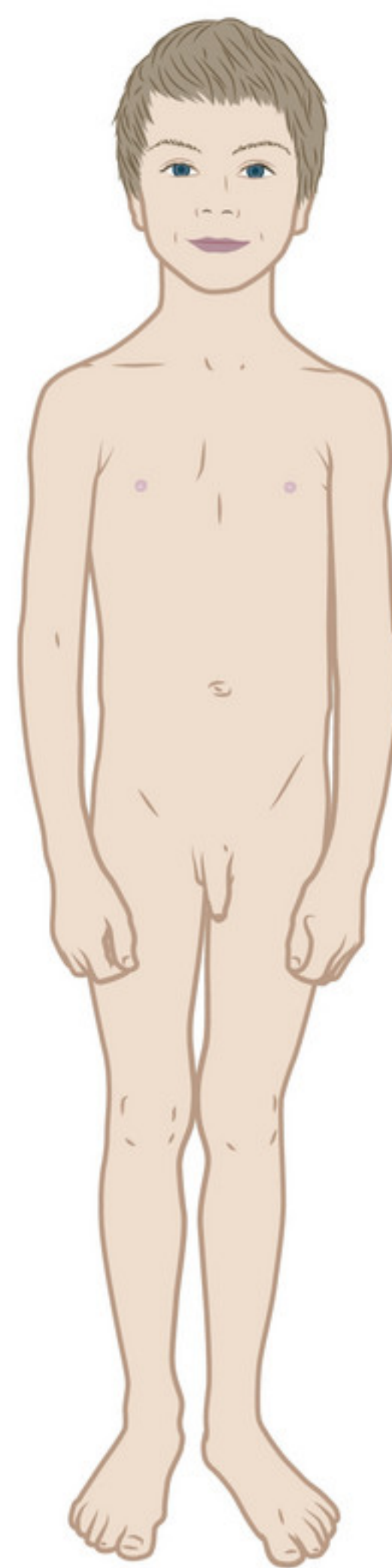
Afb. 3 Geslachtskenmerken bij een man.



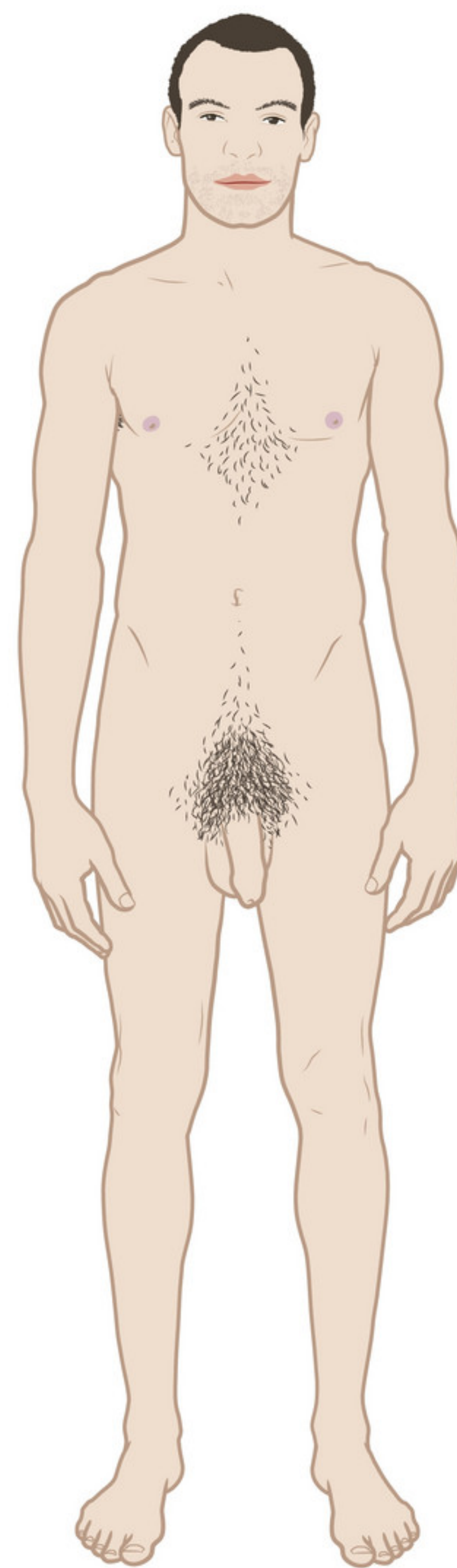
1 primaire geslachtskenmerken bij een meisje



2 secundaire geslachtskenmerken bij een vrouw



1 primaire geslachtskenmerken bij een jongen

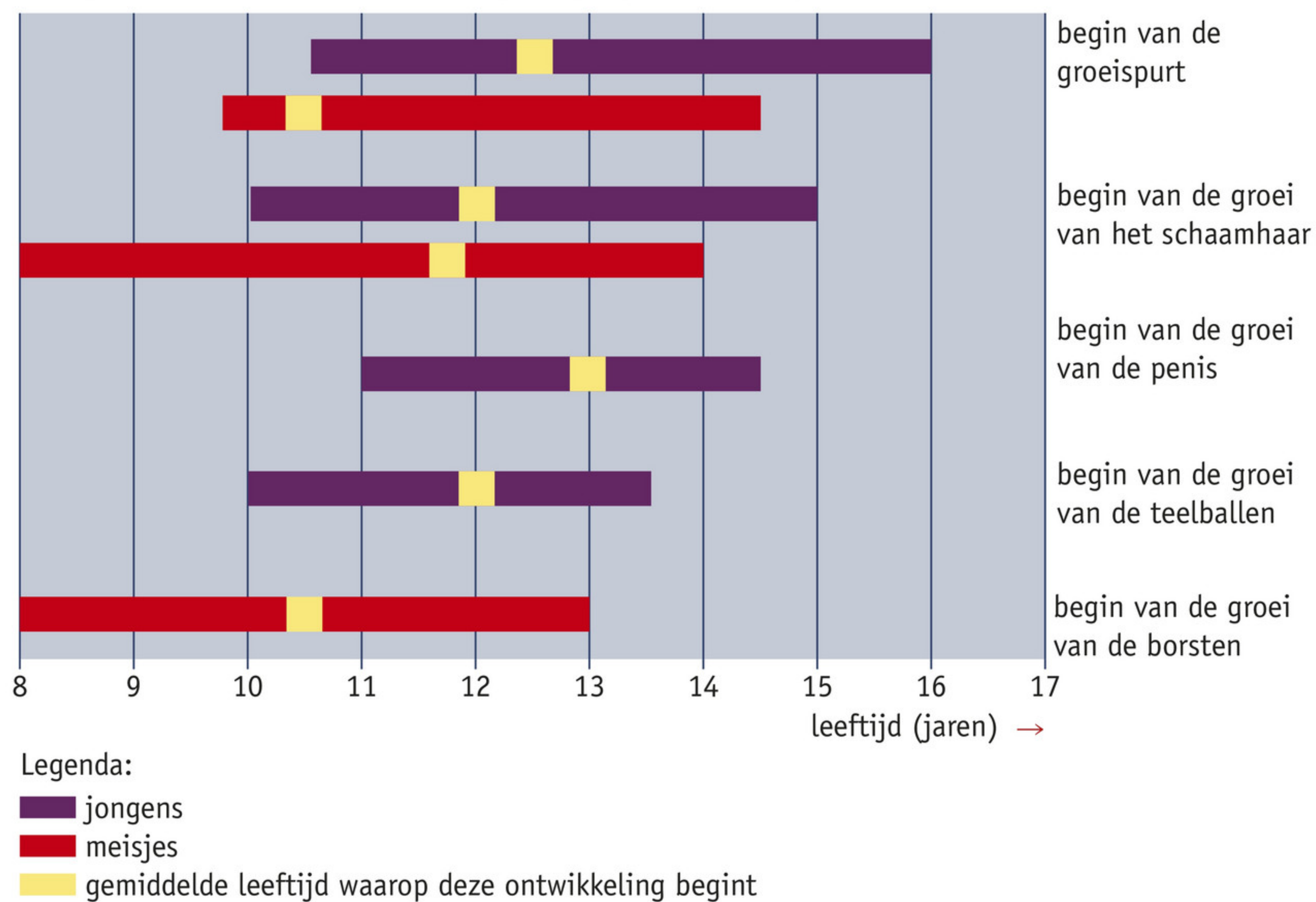


2 secundaire geslachtskenmerken bij een man

JE EIGEN TEMPO, JE EIGEN LIJF

De lichamelijke veranderingen in de puberteit komen niet allemaal tegelijk. Sommige veranderingen komen vroeg in de puberteit, andere pas heel laat. Bij sommige mensen blijven sommige veranderingen (bijna) helemaal weg. Niet alle mannen krijgen bijvoorbeeld borsthaar en vrouwen krijgen niet altijd grote borsten of brede heupen. De secundaire geslachtskenmerken van mensen kunnen daardoor heel verschillend zijn. In afbeelding 4 is voor enkele veranderingen weergegeven op welke leeftijd bij jongens en meisjes de ontwikkeling ervan kan beginnen. Je ziet dat deze leeftijd nogal kan verschillen. Iedere jongen en ieder meisje ontwikkelt zich in een eigen tempo. Je hoeft je dus geen zorgen te maken als je 'laat' bent of juist 'vroeg'.

Afb. 4 Schema van de ontwikkeling van jongens en meisjes.



Ook het resultaat van de lichamelijke veranderingen is bij iedereen anders. De ene jongen krijgt een lange dunne penis, de andere een korte dikke. Sommige meisjes krijgen grote borsten, andere kleine. Bij veel vrouwen zijn de twee borsten niet precies even groot, en ook de grootte en de vorm van de tepels is bij iedereen anders. Sommige jongens krijgen overal haar, andere niet.

Hoe jouw lichaam zich ontwikkelt, is bijzonder en uniek. Niemand heeft hetzelfde lichaam als jij. In de media zie je soms 'perfecte' mensen. Die zijn niet echt. Vaak zijn ze opgemaakt door professionals of ze hebben hun lichaam laten veranderen, of hun foto's zijn bewerkt om ze 'mooier' te maken. Normale lijven zien er anders uit en zijn heel verschillend. Kijk maar eens goed rond in een zwembad. Iedereen is anders.

GEESTELIJKE VERANDERINGEN

In de puberteit krijg je ook te maken met **geestelijke veranderingen**. Je wordt langzaam volwassen. Bij de een gaat dit wat sneller dan bij de ander. Gemiddeld worden meisjes eerder volwassen dan jongens. Bij geestelijke veranderingen horen je gedachten, je gevoelens, je zelfstandigheid en je sociale leven.

In de puberteit krijg je meer belangstelling voor andere mensen. Seksualiteit gaat een steeds belangrijkere rol spelen in je leven. Je voelt je misschien sterk aangetrokken tot één speciale persoon en wordt verliefd (zie afbeelding 5). Je probeert zijn of haar aandacht te trekken en extra aardig voor deze persoon te zijn. Als de ander ook verliefd wordt op jou, voel je je heel gelukkig. Je kunt dan een speciale relatie beginnen ('verkering').

Je verandert ook sociaal. In de puberteit ga je je anders opstellen tegenover je ouders. Je wilt niet meer als een kind worden behandeld. Soms word je om niks heel erg boos. Ook ga je anders om met je vrienden en vriendinnen. Had je vroeger misschien het liefst één goede vriend of vriendin, nu voel je je soms beter in een groepje.

De puberteit kan leuk en spannend zijn, maar je kunt je ook onzeker, eenzaam of verdrietig voelen. Deze gevoelens horen bij de puberteit. Als je ouder wordt, heb je er weer minder last van.

Afb. 5 Verliefd!



KENNIS

1

Geslachtskenmerken zijn de lichamelijke kenmerken waaraan je iemands geslacht herkent.

- a** Wat zijn de primaire geslachtskenmerken van een man?
- b** Secundaire geslachtskenmerken *ontstaan tijdens de puberteit / zijn al bij de geboorte aanwezig*.
- c** Wat zijn secundaire geslachtskenmerken bij een vrouw?
 - ☐ A borsten
 - ☐ B brede heupen
 - ☐ C schaamhaar
 - ☐ D schaamlippen
 - ☐ E vagina
- d** Welke drie lichamelijke veranderingen vinden in de puberteit zowel bij jongens als bij meisjes plaats?

2

Bekijk afbeelding 4.

- a** De groei van de borsten kan bij meisjes beginnen tussen en jaar.
- b** Bij Jasmijn beginnen de borsten zich op 9-jarige leeftijd te ontwikkelen. In verhouding tot de meeste meisjes van haar leeftijd is dit *laat / vroeg*.
- c** De groei van de penis begint bij jongens gemiddeld op-jarige leeftijd.

3

In de puberteit vinden allerlei veranderingen plaats.

- Gemiddeld worden *jongens* / *meisjes* eerder volwassen.
- Dat je in de puberteit niet als kind wilt worden behandeld, komt doordat je *geestelijk* / *lichamelijk* verandert.

4

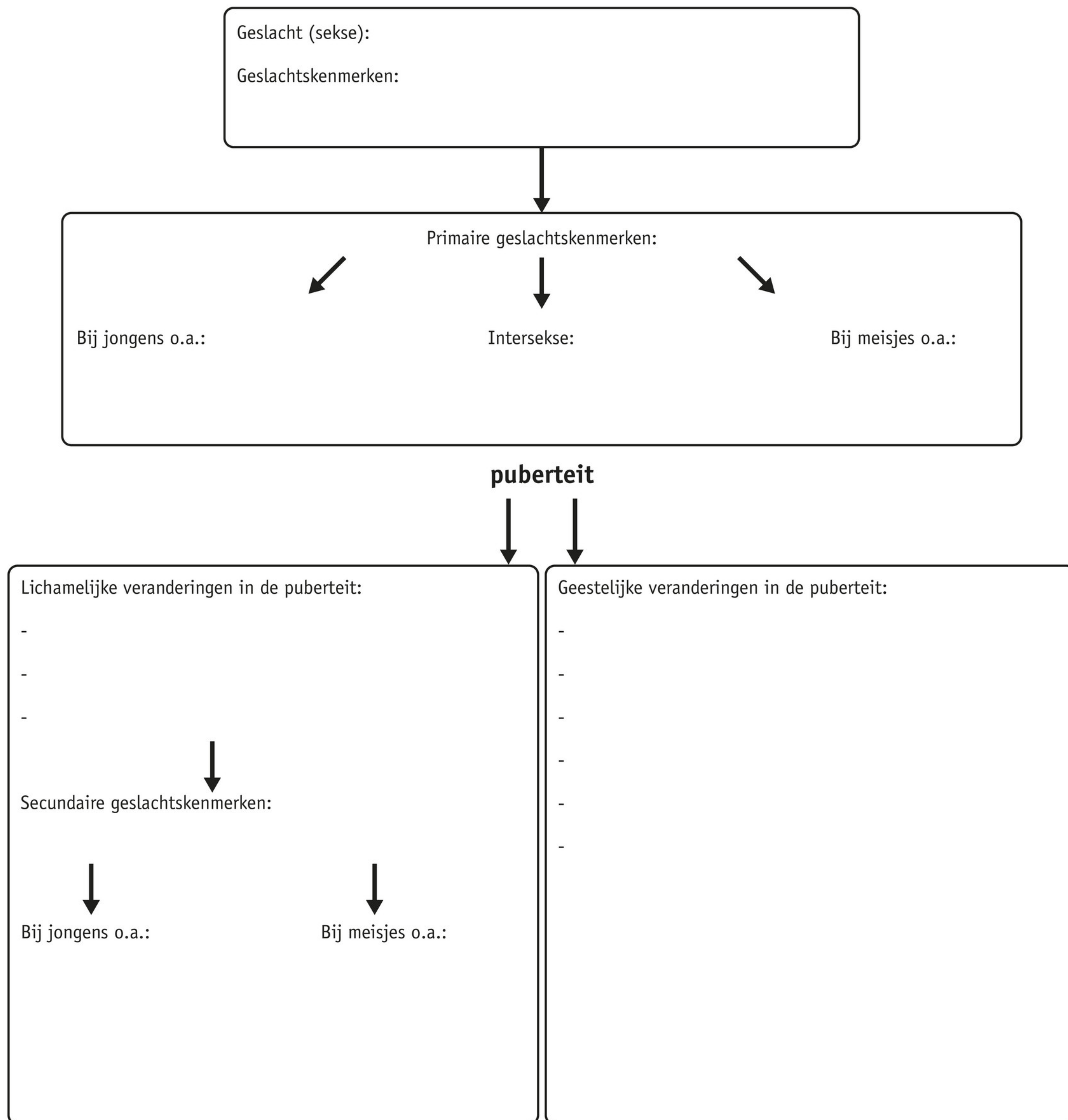
Samenvatting



Afbeelding 6 is een mindmap over de geslachtskenmerken en de veranderingen in de puberteit.

Vul de mindmap verder in.

Afb. 6



INZICHT

5

Lees de tekst 'Seksebepaling bij paling' in afbeelding 7.

Er zijn volwassen palingen gevonden met zowel onrijpe eicellen als onrijpe spermacellen.

- a Wat is het geslacht van deze palingen? Leg je antwoord uit.
- b In palingkwekerijen leven palingen dicht op elkaar. De palingen in een kwekerij blijken voor 75 tot 90% van hetzelfde geslacht te zijn.
Van welk geslacht zullen de meeste palingen zijn? Leg je antwoord uit.
- c Om zich voort te planten, zwemmen palingen terug naar de Sargassozee.
De vrouwtjes worden bij palingen veel groter dan de mannetjes. Het extra lichaamsgewicht hebben ze nodig voor de terugtocht en voor de productie van eitjes.
Daarvoor is veel meer reservevoedsel nodig dan voor de productie van spermacellen.
Leg uit hoe de ontwikkeling van een paling tot een mannetje of vrouwtje samenhangt met de bezettingsdichtheid van het water waarin ze leven.

Afb. 7

Seksebepaling bij paling

Jonge palingen worden geboren in de Sargassozee en zwemmen dan ongeveer een jaar om in de zoete wateren van Europa terecht te komen. Pas hier wordt het geslacht van elk dier vastgelegd. Of de paling een mannetje of een vrouwtje wordt, hangt onder andere af van de bezettingsdichtheid: wanneer er veel palingen bij elkaar leven, zijn er meer mannetjes; wanneer er minder palingen bij elkaar leven, zijn er meer vrouwtjes.

Bron: www.nemokennislink.nl.



6

Lees de tekst 'Haarparfum' in afbeelding 8.

- a Waarom zijn schaamhaar en okselhaar een aanwijzing dat iemand geslachtsrijp is?
- b In de negentiende eeuw gaven Engelsen een afgeknipt plukje schaamhaar in een kistje cadeau aan een lover.
Leg uit dat de geur in het zweet uit de apocriene zweetklieren een grote rol speelt bij de seksuele aantrekkingskracht.

Afb. 8

Haarparfum

Zweetklieren vind je over je hele lichaam. Ze produceren zweet om af te koelen. Apocriene zweetklieren vind je alleen onder de oksels, in de schaamstreek, rond de anus en rond de tepels. Deze klieren gaan pas werken in de puberteit en produceren zweet met een geurtje. Die geur is uniek voor iedere persoon en speelt een rol bij het verleiden van een partner. In de puberteit gaan ook de schaamharen en de okselharen groeien. Die vormen een extra oppervlak voor het zweet, waardoor de geur zich goed kan verspreiden.

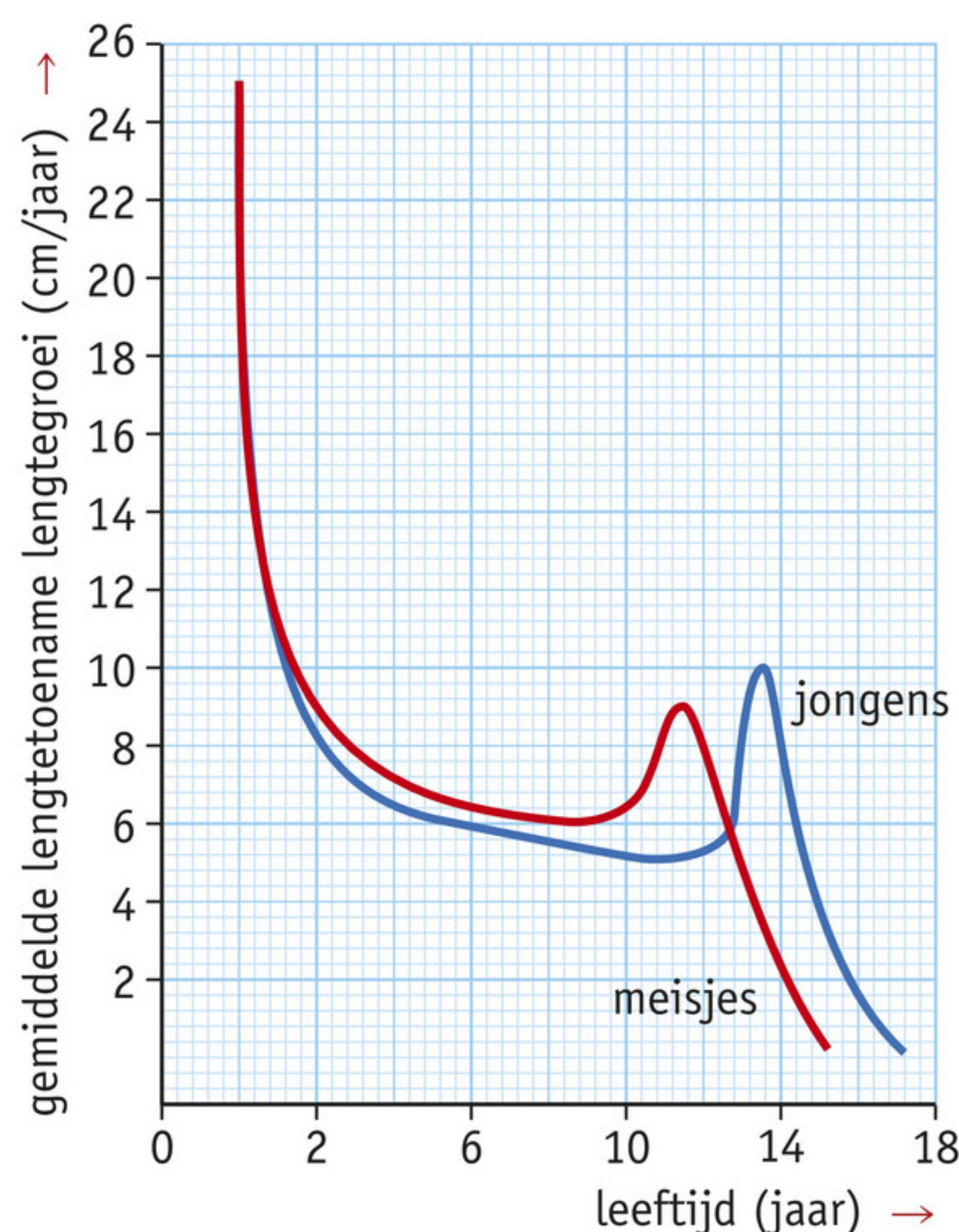


7

Bekijk afbeelding 9.

- a** Wie groeien gemiddeld het snelst tijdens de puberteit: jongens of meisjes? Leg je antwoord uit.
- b** Zijn er ook meisjes die tijdens de puberteit sneller groeien dan sommige jongens? Leg je antwoord uit.

Afb. 9 Gemiddelde lengtetoeename per jaar.



8

YouTuber Jeroen van Holland blikt op zijn 18e verjaardag terug op zijn tienertijd. Hij bespreekt in zijn filmpje waarom het soms vervelend is om een puberjongen te zijn. Bij welke geestelijke ontwikkeling hoort het gedrag dat Jeroen bespreekt?

- | | | |
|--|-----------------------|---|
| A Dingen doen, zoals roken en alcohol drinken, onder invloed van groepsdruk. | ☐ | ☐ 1 Je gaat anders om met vrienden en vriendinnen en hebt vaker vriendschappen in groepjes. |
| B Je haar niet in model krijgen en niet de juiste outfit kunnen vinden. | ☐ | ☐ 2 Je gaat je anders opstellen tegenover je ouders. |
| C Je moeder uitschelden. | ☐ | ☐ 3 Je kunt je onzeker voelen over je uiterlijk. |
| D Last hebben van stemmingswisselingen. | ☐ | ☐ 4 Je kunt je soms boos, onzeker, eenzaam of verdrietig voelen. |
| E Op onmogelijke momenten een erectie krijgen. | ☐ | ☐ 5 Seksualiteit begint een belangrijke rol te spelen in je leven. |

+ 9

Mensen over de hele wereld vinden personen met uiterlijke kenmerken als een gladde, soepele huid, een gezond en goed functionerend lichaam en veerkrachtig haar (seksueel) aantrekkelijk.

- a Leg uit waarom personen met deze kenmerken door veel mensen als een geschikte partner worden gezien om er nakomelingen mee te krijgen.
- b Ook goed ontwikkelde secundaire geslachtskenmerken, zoals brede heupen en brede schouders, worden door mensen over de hele wereld seksueel aantrekkelijk gevonden.

Leg uit welk signaal hiervan uitgaat.

SAMENHANG leefwereld

WAAR IS JE 'GEZONDE VERSTAND'?

In de puberteit verandert er veel in je hersenen. De ontwikkelingen beginnen in de achterste hersengebieden en verplaatsen zich in de loop van de puberteit naar je voorhoofdskwab. Ergens tussen je 21e en 25e levensjaar zijn je hersenen 'af'. Juist het gebied in je voorhoofdskwab dat als laatste veranderingen ondergaat, regelt processen als abstract denken, bewuste keuzen maken, consequenties van beslissingen overzien, goed plannen en prioriteiten stellen. Omdat je dat als puber niet goed kunt, lijkt het soms of je 'je gezonde verstand' kwijt bent. Je hebt bijvoorbeeld je ouders weer nodig om een huiswerkplanning te maken of om huishoudelijke taken te doen.

Puberhersenen zijn tijdens de ontwikkeling wel heel goed in staat om veel (aan) te leren. Als je jezelf in de puberteit traint om iets goed te kunnen, heb je daar de rest van je leven voordeel van.

Afb. 10



10

Lees de tekst 'Waar is je "gezonde verstand"?'.

In de puberteit heb je je ouders nodig om bijvoorbeeld te plannen. Doordat je als puber geestelijk verandert, ontstaan er juist dan vaak ruzies.

- a Welke geestelijke verandering zorgt voor het ontstaan van ruzies?
- b Is het maken van ruzie met je ouders sociaal gedrag? Leg je antwoord uit.
- c In een blog wordt ouders van pubers aangeraden om hun kinderen kennis te laten maken met verschillende sporten, muziek en andere culturele activiteiten en om de ontwikkeling van hun talenten en de nieuwsgierigheid naar nieuwe feiten te stimuleren.

Waarom is juist de puberteit een geschikt moment om dit te stimuleren?

- d Een geestelijke verandering in de puberteit is dat seksualiteit een steeds belangrijkere rol gaat spelen. Je kunt je bijvoorbeeld aangetrokken voelen tot andere mensen.

Wordt dat bepaald door inwendige prikkels, door uitwendige prikkels of door beide typen prikkels? Leg je antwoord uit.

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

2 Een vrouw

LEERDOELEN

- 4.2.3 Je kunt de delen van het voortplantingsstelsel van een vrouw noemen met hun functies en kenmerken.
- 4.2.4 Je kunt de menstruatiecyclus beschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	4.2.3	4.2.4	4.1.1*
Onthouden	1abde	2bcde, 3c	
Begrijpen	1c, 5	2a, 3abde, 4, 5	
Toepassen	7a, 8a, 9d	6, 7a, 9d, 10ac	
Analyseren	7b, 8bc, 9abc	10b	9abc

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

Van het voortplantingsstelsel van een vrouw is aan de buitenkant weinig te zien. Bij een vrouw liggen de meeste voortplantingsorganen in de buik.

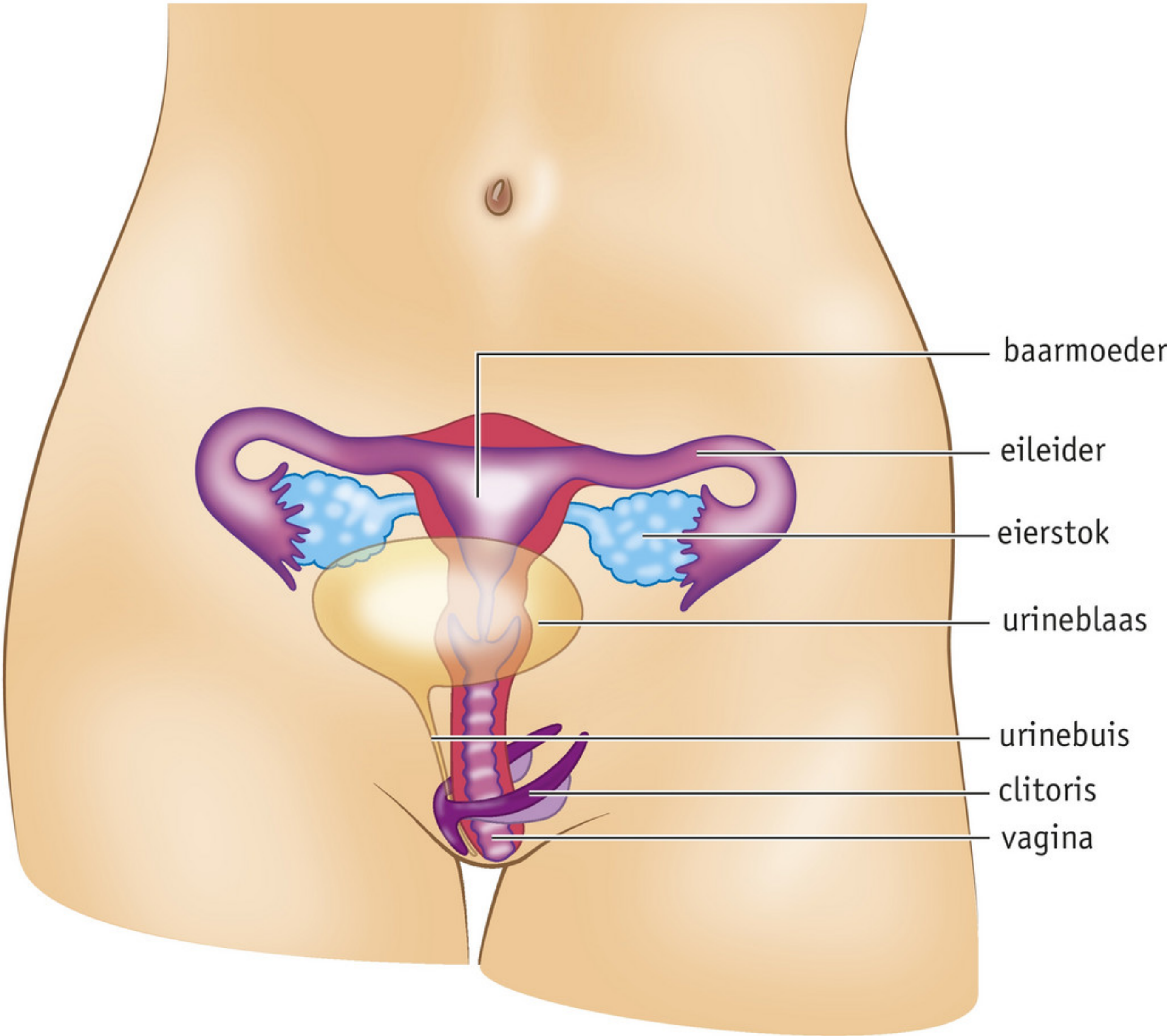
BAARMOEDER EN EIERSTOKKEN

In afbeelding 1 zie je een naakte vrouw. De meeste organen van het voortplantingsstelsel liggen in de onderbuik, onder de navel (zie afbeelding 2).

Afb. 1



Afb. 2 Het voortplantingsstelsel van een vrouw (schematisch).



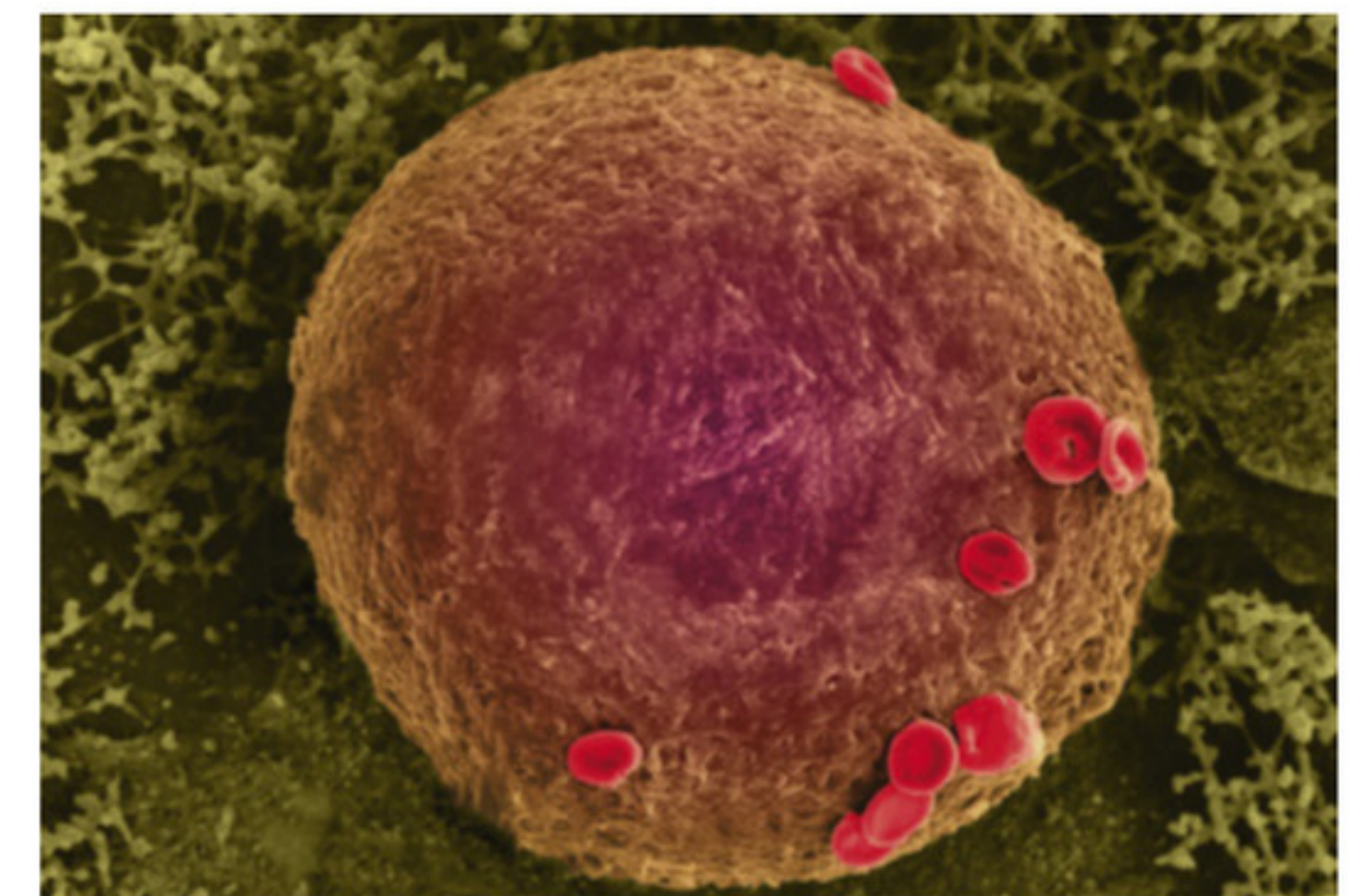
Een vrouw heeft een **baarmoeder** en **eierstokken**. In elke eierstok zitten honderdduizenden onrijpe eicellen. **Eicellen** zijn de vrouwelijke geslachtscellen. De onrijpe eicellen zijn al aanwezig vanaf de geboorte. Als een meisje in de puberteit komt, beginnen de onrijpe eicellen zich te ontwikkelen.

Vanaf de puberteit wordt ongeveer één keer per maand een eikel rijp. Die eikel komt dan vrij uit een eierstok. Dit heet de **ovulatie** of **eisprong**. De **eileider** vervoert de eikel naar de baarmoeder. Een eikel blijft na de ovulatie maar twaalf tot vierentwintig uur in leven. Daarna sterft hij af. De resten worden opgenomen in het bloed. Dit gebeurt in een eileider.

Als de eikel na de ovulatie wordt bevrucht door een zaadcel van een man, kan hij wel in leven blijven. In de baarmoeder kan de bevruchte eikel zich ontwikkelen tot een kind. De vrouw is dan zwanger.

Een eikel is de grootste menselijke cel (zie afbeelding 3). Een eikel is zo groot doordat hij veel reservevoedsel bevat. Dit reservevoedsel is nodig voor de eerste ontwikkeling als de eikel wordt bevrucht.

Afb. 3 Een eikel met daarop enkele rode bloedcellen (vergroting 425×).

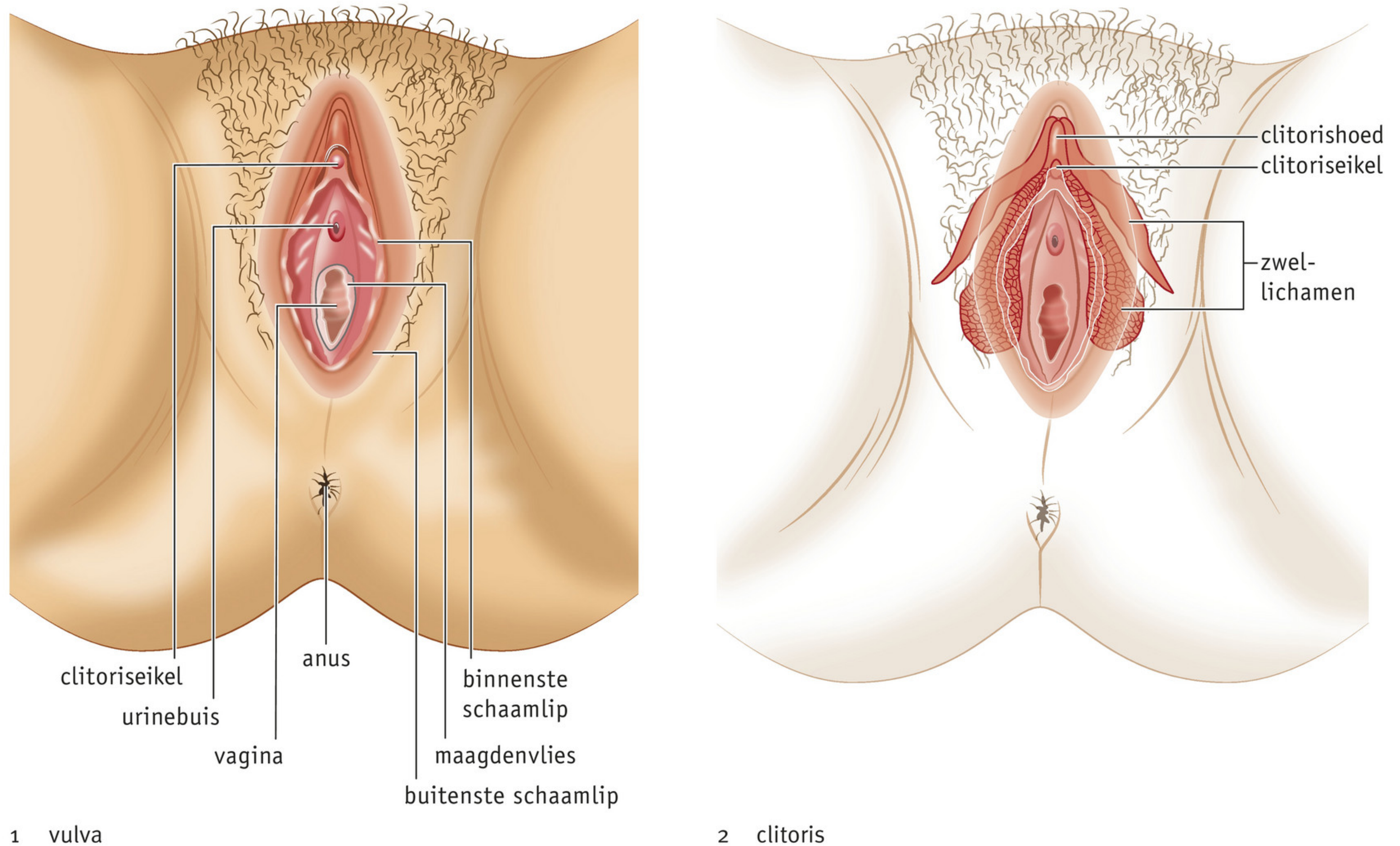


CLITORIS EN SCHAAMLIPPEN

In afbeelding 4.1 zie je de uitwendige geslachtsorganen (**vulva**) van een vrouw. De **clitoris** (spreek uit: clí-toris) is gevoelig voor prikkels die een fijn gevoel geven. Het orgaan is ongeveer 10 cm lang en ligt onder de schaamlippen in het lichaam (zie afbeelding 4.2). Alleen de **clitoriseikel** is aan de buitenkant zichtbaar. Dit ‘knopje’ is erg gevoelig. Het wordt omgeven door een huidplooi: de **clitorishoed**. De clitoris bestaat verder uit **zwellichamen**. Als een vrouw seksueel opgewonden raakt, vullen de zwellichamen zich met bloed. Ze worden daardoor groter en steviger.

De **binnenste schaamlippen** zijn gladde, dunne huidplooien. Aan de bovenkant komen ze samen onder de clitoris. Tussen de binnenste schaamlippen liggen de opening van de urinebuis en van de **vagina**. De vagina verbindt de vulva met de baarmoeder. In de wand van de binnenste schaamlippen liggen klieren die bij seksuele opwinding slijm produceren. Hierdoor wordt de toegang tot de vagina nat en glad. Om de binnenste schaamlippen liggen de **buitenste schaamlippen** (de behaarde huidplooien). Bij de meeste vrouwen zijn de binnenste schaamlippen na de puberteit groter dan de buitenste.

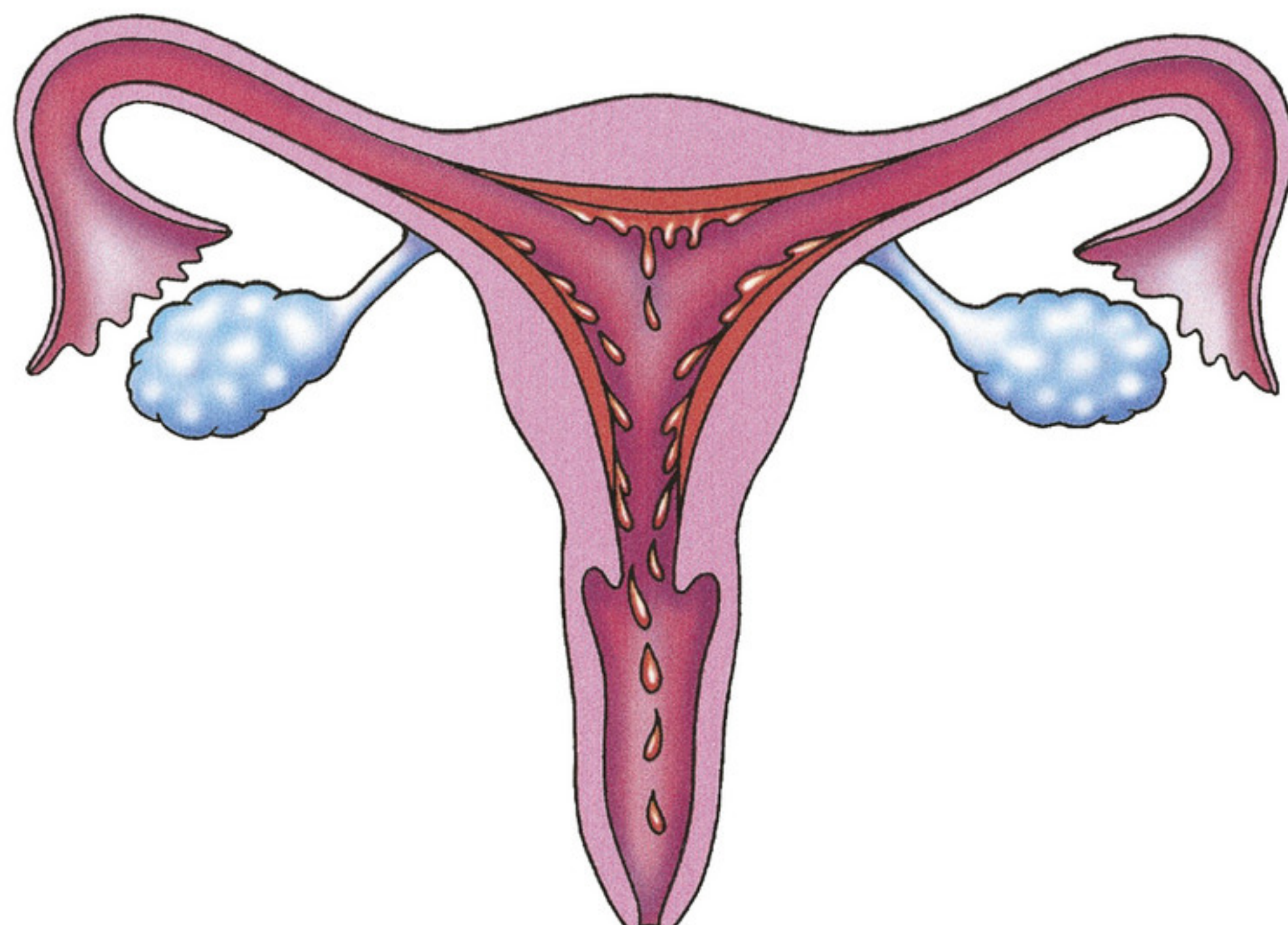
Om de vulva schoon te houden, was je deze elke dag met water. Gebruik geen zeep, want dat irriteert de slijmvliezen.

Afb. 4 De uitwendige voortplantingsorganen van een vrouw.**MAAGDENVLIES**

Vooraan in de vagina ligt het **maagdenvlies** (zie afbeelding 4.1). Het maagdenvlies is een randje weefsel aan het begin van de vagina. Sommige meisjes worden zonder maagdenvlies geboren. Het maagdenvlies is geen dicht vlies. Het hoeft dus niet doorboord te worden bij de eerste keer dat een vrouw geslachtsgemeenschap heeft. De meeste meisjes en vrouwen bloeden dan ook niet tijdens ‘de eerste keer’.

MENSTRUATIE

De wand van de baarmoeder bestaat uit een dikke laag spieren die vanbinnen is bekleed met baarmoederslijmvlies. Het slijmvlies bevat veel bloedvaten. Ongeveer één keer per maand laat het baarmoederslijmvlies gedeeltelijk los. Hierbij komt ook bloed vrij. Door samentrekkingen van de spierlaag van de baarmoederwand wordt het slijmvlies met bloed afgevoerd (zie afbeelding 5). Dit afstoten van een deel van het baarmoederslijmvlies heet **menstruatie** of **ongesteld zijn**.

Afb. 5 Slijmvlies en bloed worden tijdens de menstruatie afgevoerd.

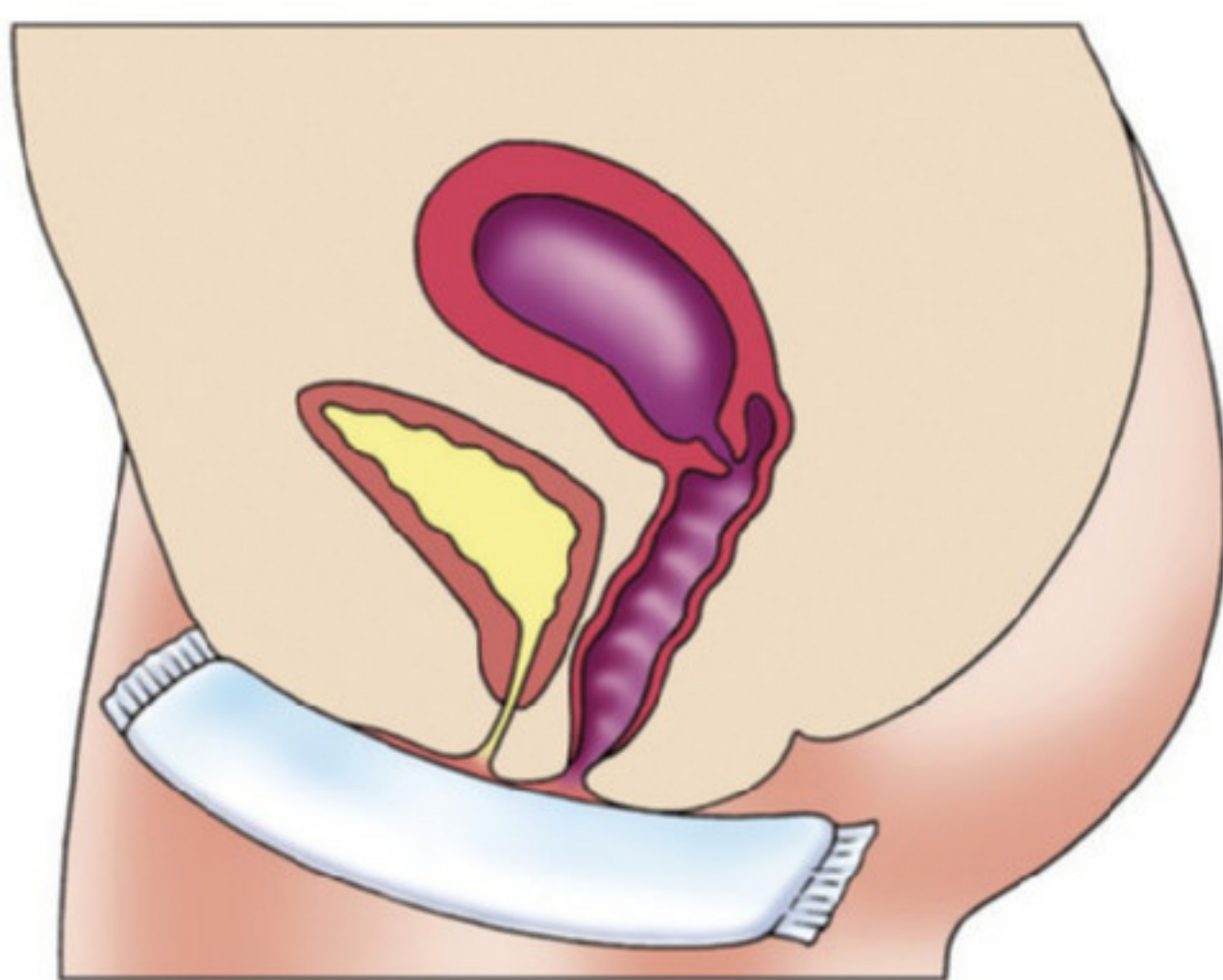
Tussen hun 10e en 16e jaar worden de meeste meisjes voor het eerst ongesteld. Gemiddeld hebben meisjes op 13-jarige leeftijd hun eerste menstruatie. Bij sommige meisjes of vrouwen duurt de menstruatie een dag of drie, bij anderen een week. De samentrekkingen van de baarmoederwand kunnen voelen als pijnlijke buikkrampen. Meisjes en vrouwen kunnen zich vlak voor en tijdens de menstruatie ellendig of verdrietig voelen. Sommigen zijn sacherijng of afwezig, of hebben last van hoofdpijn, buikpijn, rugpijn of spierpijn. Er zijn ook vrouwen die nergens last van hebben.

Om het slijmvlies en het bloed op te vangen, zijn er **maandverband**, **tampons** of een **menstruatiecup** (zie afbeelding 6). Maandverband plak je in je onderbroek, waardoor de bovenkant tegen de opening van de vagina zit (zie afbeelding 7.1). Een tampon stop je in de vagina, waar hij het slijmvlies en bloed opzuigt (zie afbeelding 7.2). Een menstruatiecup breng je in de vagina in, waar hij langzaam volloopt (zie afbeelding 7.3). Om de vier tot zes uur moet je hem legen, afspoelen en weer inbrengen. Ook maandverband en tampons moet je enkele keren per dag vervangen. Maandverband, tampons en menstruatiecups zijn er in verschillende maten. Welke maat je nodig hebt, is afhankelijk van je bouw en de hoeveelheid bloed die je verliest. Tijdens de menstruatie is het belangrijk dat je je goed wast tussen de schaamlippen (zonder zeep).

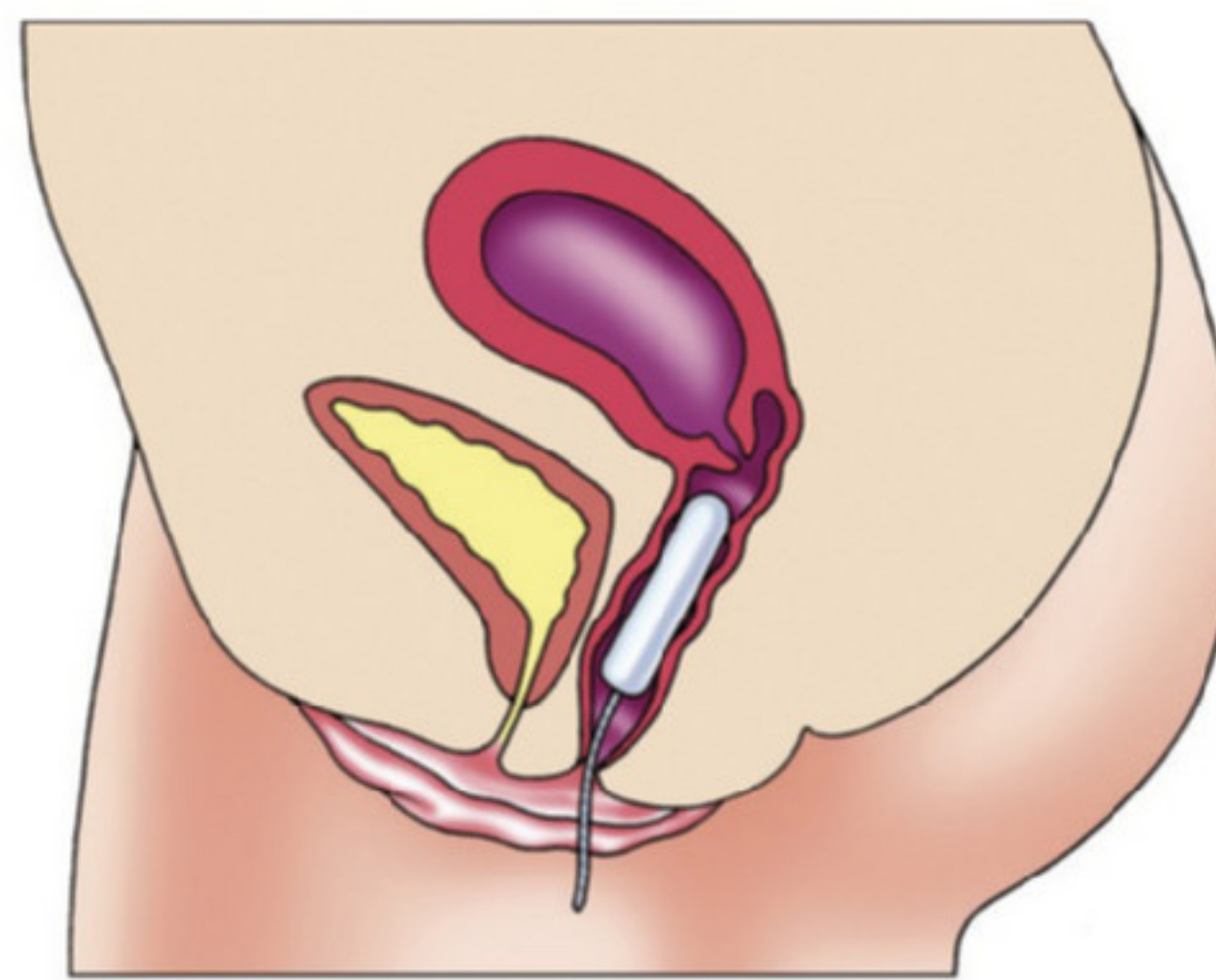
Afb. 6 Maandverband, tampons en menstruatiecup.



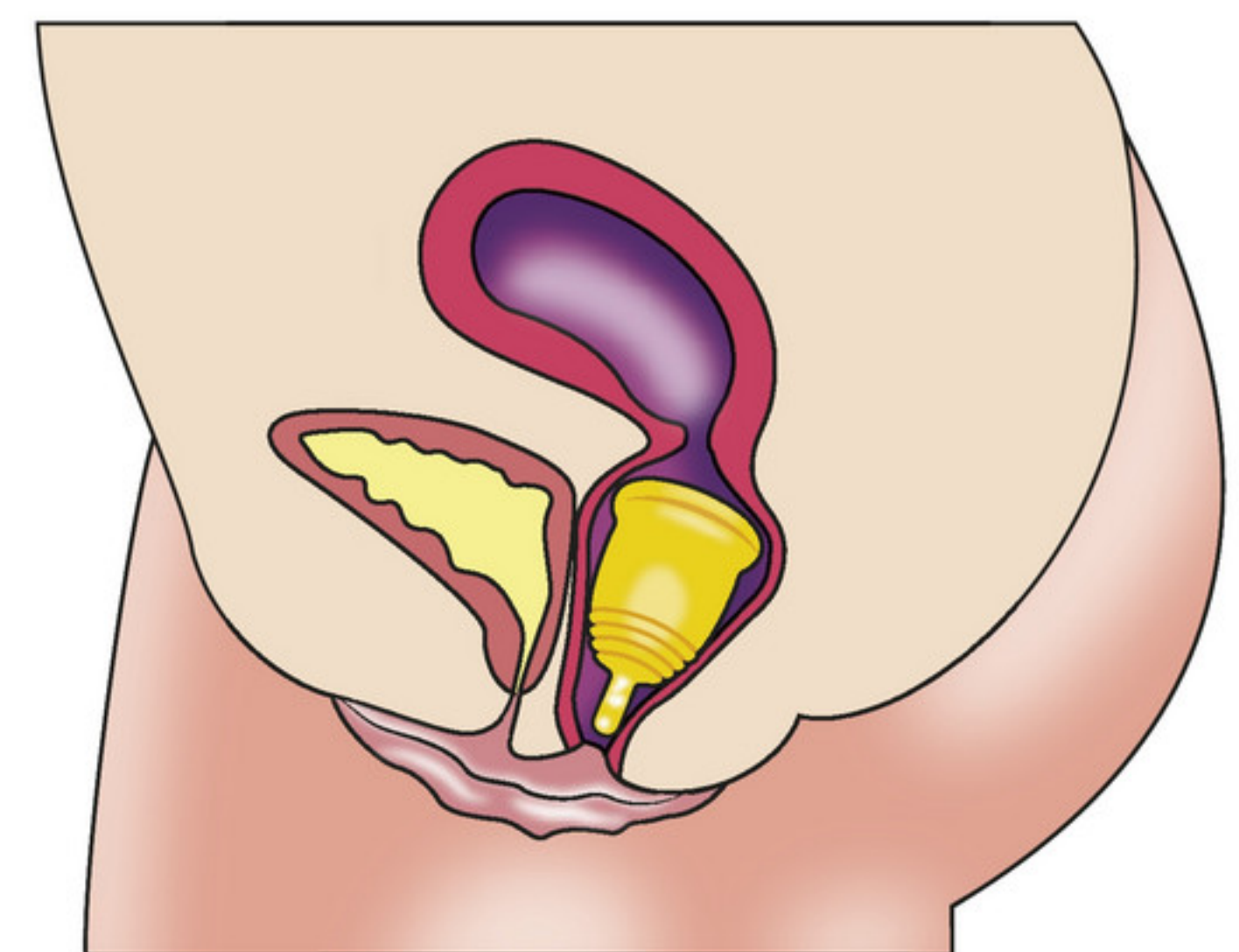
Afb. 7



1 gebruik van maandverband



2 gebruik van een tampon



3 gebruik van een menstruatiecup

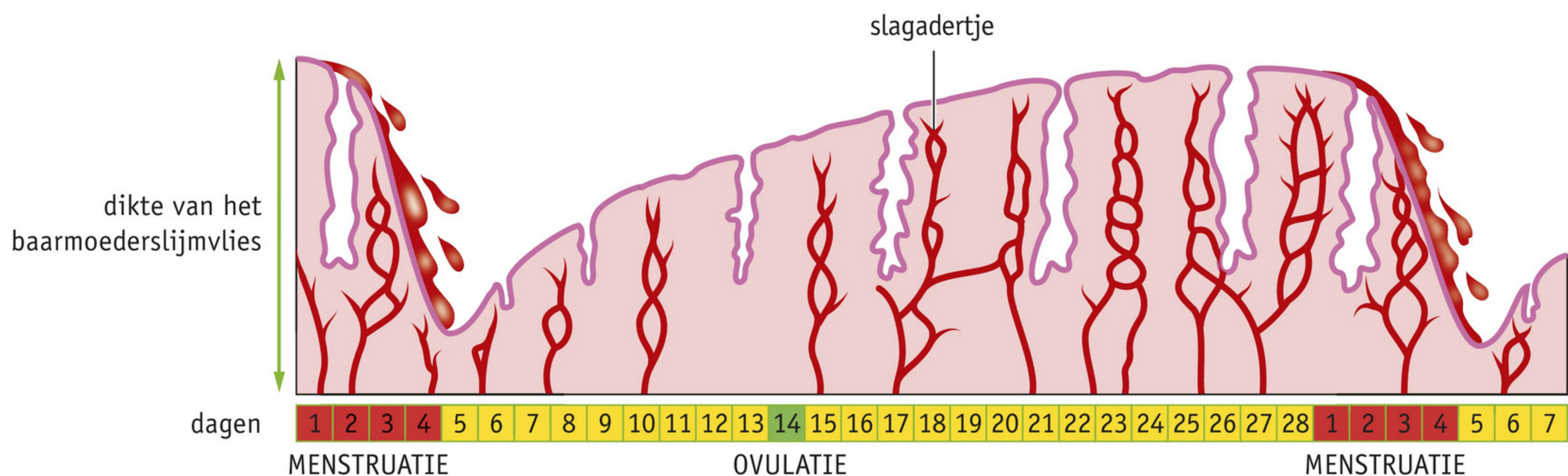
DE MENSTRUATIECYCLUS

Na de menstruatie wordt het baarmoederslijmvlies weer opgebouwd. Het slijmvlies wordt dikker en gaat meer bloedvaten bevatten. Op deze manier wordt de baarmoeder klaargemaakt voor een mogelijke zwangerschap. In afbeelding 8 zie je het baarmoederslijmvlies van een vrouw gedurende vijf weken.

De ovulatie vindt ongeveer veertien dagen na het begin van de menstruatie plaats. Als de eikel niet wordt bevrucht, begint de volgende menstruatie ongeveer op de 29e dag. Het steeds terugkerende opbouwen en afstoten van het baarmoederslijmvlies noem je de **menstruatiecyclus**.

Als een meisje net begonnen is met menstrueren, is de cyclus vaak onregelmatig. Na een paar jaar wordt de cyclus meestal regelmatig.

Afb. 8 Het baarmoederslijmvlies van een vrouw gedurende vijf weken.



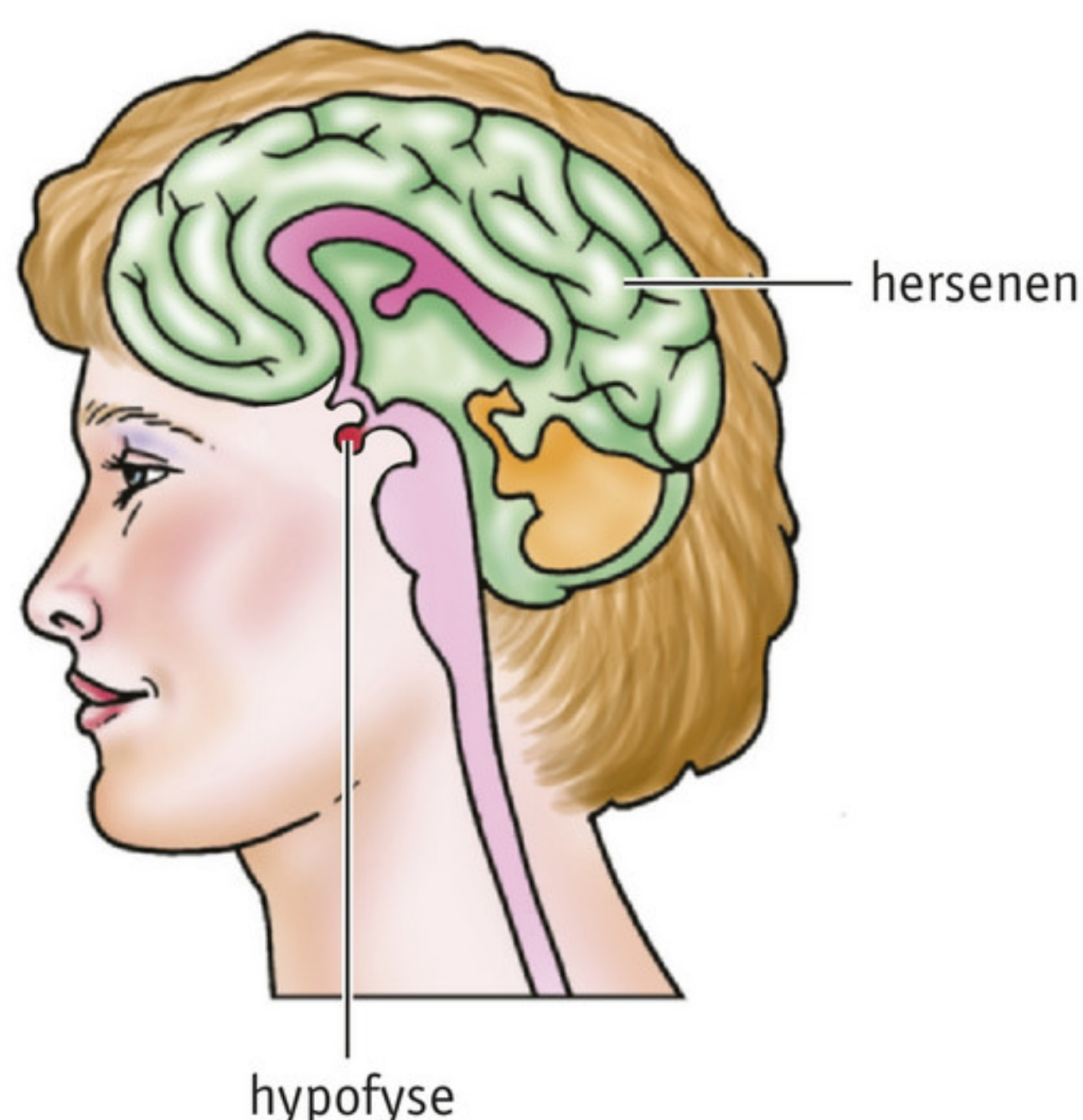
HORMONEN

Hormonen zijn stoffen die de werking van organen regelen. Hormoonklieren geven de hormonen af aan het bloed. Via het bloed komen de hormonen in het hele lichaam terecht. Een hormoon is alleen werkzaam in weefsels en organen die gevoelig zijn voor dat hormoon.

Een belangrijke hormoonklier voor de voortplantingsorganen is de **hypofyse**. Deze klier ligt aan de onderzijde van de hersenen (zie afbeelding 9). In de puberteit begint de hypofyse stimulerende hormonen te produceren. Onder invloed van die hormonen beginnen zich de eicellen in de eierstokken te ontwikkelen.

Wanneer een vrouw ongeveer 50 jaar is, worden er steeds minder hormonen aangemaakt. De vrouw komt dan in de **overgang**. Na de overgang rijpen er geen eicellen meer en kan een vrouw niet meer zwanger worden. Ze wordt dan niet meer ongesteld.

Afb. 9 Ligging van de hypofyse.



KENNIS

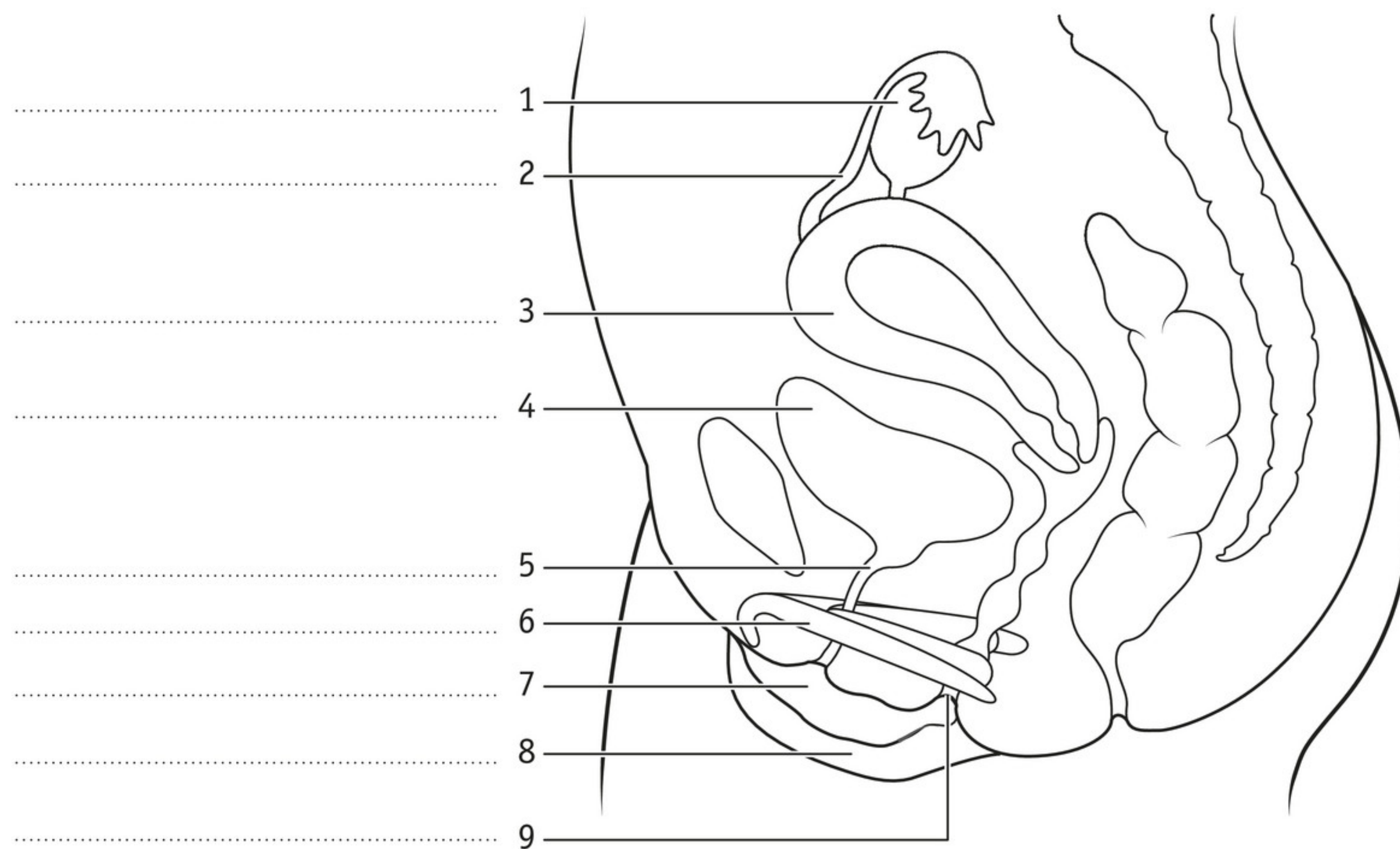
1

In afbeelding 10 zie je een tekening van het voortplantingsstelsel van een vrouw.

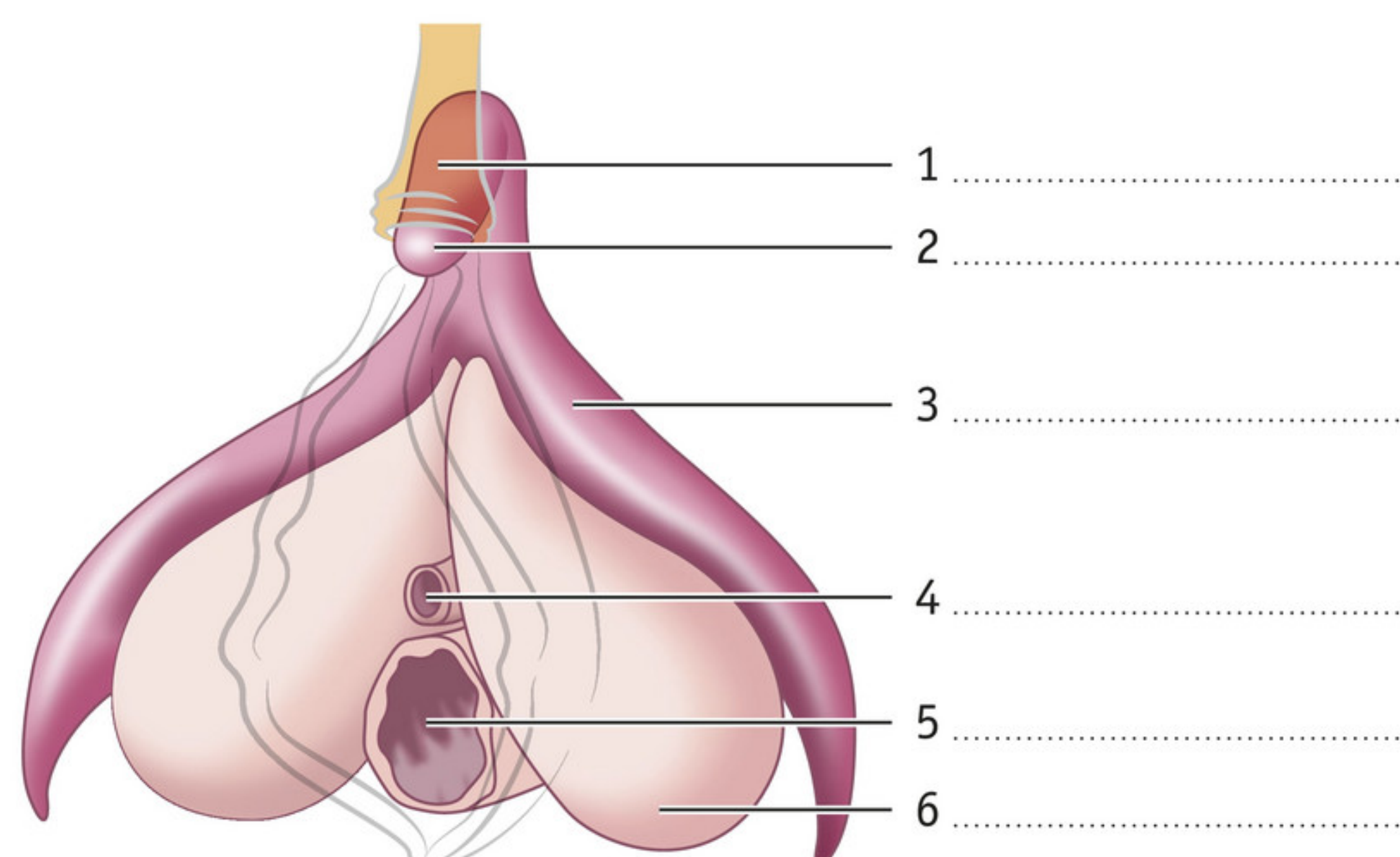
- a Zet de namen bij de genummerde delen.
- b Kleur de delen in de tekening. Geef elk deel een andere kleur.
- c Geef met een rode lijn aan waar het maagdenvlies kan zitten.
- d In afbeelding 11 zie je een tekening van de clitoris. Zet de namen bij de genummerde delen.
- e Zet achter elke functie de naam van het bijbehorende orgaan.

- Deze vervoeren eicellen.
- Hierin kan een bevruchte eicel zich ontwikkelen tot een kind.
- Hierin vindt de ontwikkeling van eicellen plaats.
- Hierlangs worden bij de menstruatie slijmvlies en bloed afgevoerd.
- In de wand liggen klieren die bij seksuele opwindning slijm produceren.
- Is gevoelig voor prikkels die een fijn gevoel geven.

Afb. 10



Afb. 11



2

Eicellen zijn de vrouwelijke geslachtscellen.

- a** Rijpe eicellen *ontstaan vanaf de puberteit / zijn al aanwezig vanaf de geboorte.*
- b** Hoe heet het vrijkomen van een eikel uit de eierstok?
- c** Wanneer vindt bij een vruchtbare vrouw de ovulatie plaats?
 - ☐ A elke 12 tot 24 uur
 - ☐ B ongeveer één keer per twee weken
 - ☐ C ongeveer één keer per maand
- d** Een eikel is groot doordat hij veel reservevoedsel bevat.
Waarvoor is dit reservevoedsel nodig?
- e** Een eikel die niet wordt bevrucht, sterft af.
Wat gebeurt er met de resten van de eikel?
 - ☐ A De resten verlaten samen met slijmvlies en bloed het lichaam tijdens de menstruatie.
 - ☐ B De resten worden in de baarmoeder opgenomen in het bloed.
 - ☐ C De resten worden in de eileider opgenomen in het bloed.

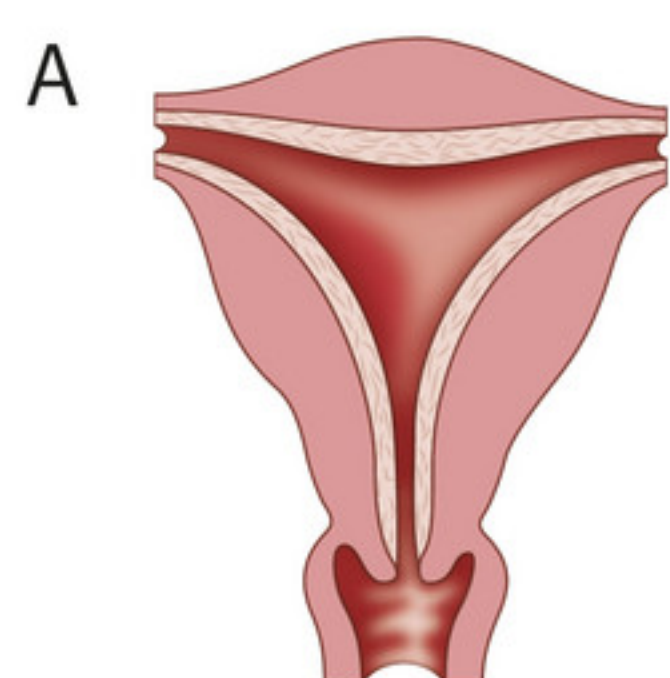
3

Vanaf de puberteit worden de meeste meisjes ongesteld.

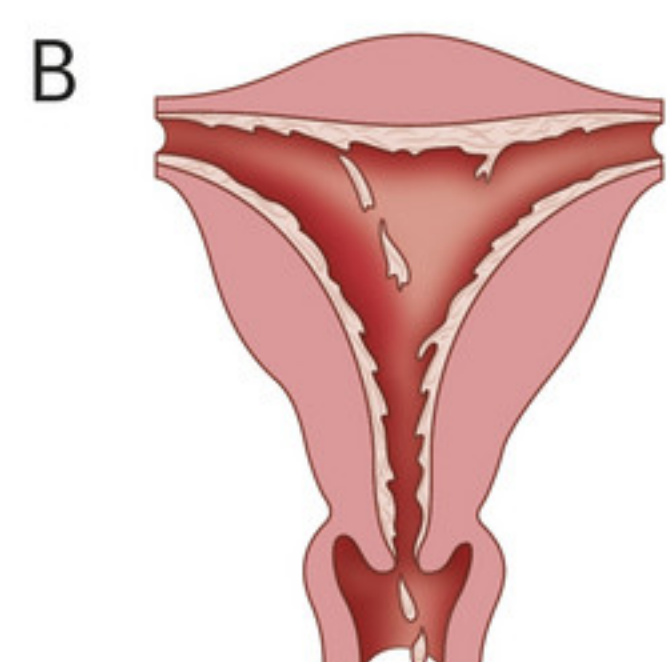
- a** Zet de ontwikkelingen in het lichaam van een vrouw in de juiste volgorde.
 - Als de eikel niet wordt bevrucht, wordt het baarmoederslijmvlies afgestoten (menstruatie).
 - Een rijpe eikel komt vrij bij de ovulatie.
 - In de puberteit geeft de hypofyse stimulerende hormonen af.
 - Onder invloed van hormonen beginnen zich de eicellen in de eierstokken te ontwikkelen.
 - Via het bloed komen de stimulerende hormonen bij de eierstokken.
- b** Wanneer een vrouw ongeveer 50 jaar is, komt ze in de overgang.
Welke beweringen over vrouwen in de overgang zijn juist?
 - ☐ A Er rijpen geen eicellen meer in de eierstokken.
 - ☐ B Ze gaan steeds meer hormonen aanmaken.
 - ☐ C Ze worden elke maand ongesteld.
 - ☐ D Zwangerschap is niet meer mogelijk.
- c** Hoe kan het slijmvlies met bloed uit de baarmoeder worden afgevoerd?
- d** Combineer elke beschrijving met het bijbehorende middel om menstratiebloed op te vangen.

A Breng je in de vagina in, waar hij langzaam volloopt.	☐	☐ 1 maandverband
B Plak je in je onderbroek, waardoor de bovenkant tegen de opening van de vagina zit.	☐	☐ 2 menstratiecup
C Stop je in de vagina, waar hij het slijmvlies en bloed opzuigt.	☐	☐ 3 tampon

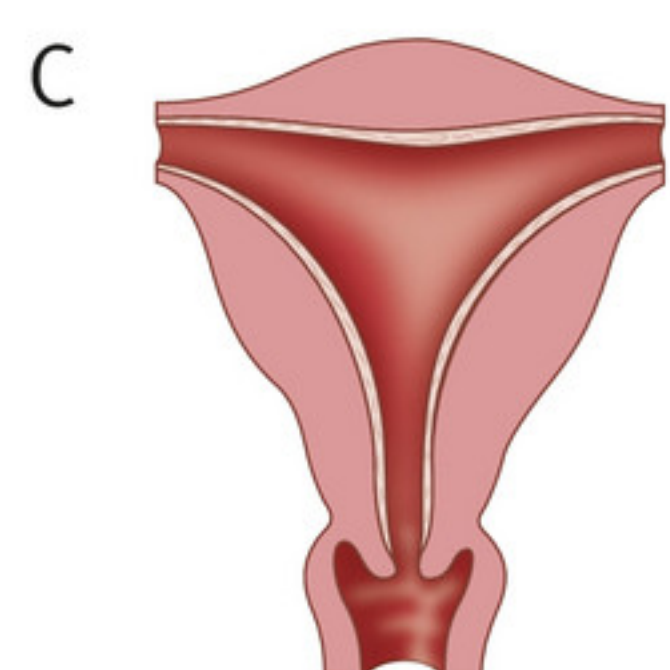
e Bij welk moment van de menstruatiecyclus hoort de doorsnede van de baarmoeder?



☐ 1 kort na de menstruatie



☐ 2 tijdens de menstruatie



☐ 3 tijdens de ovulatie

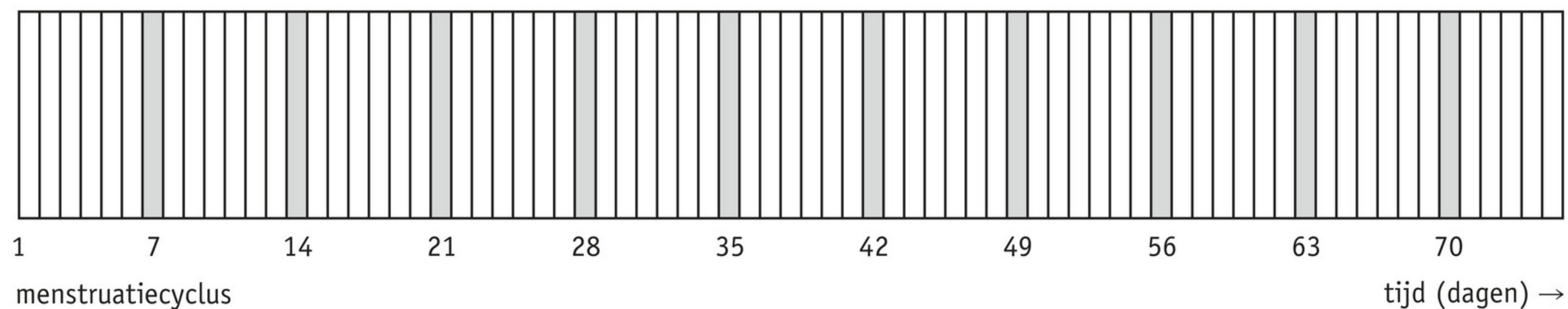
4



In afbeelding 12 zie je een tijdbalk van 75 dagen. Een vrouw is de eerste vier dagen ongesteld. Vier weken na de eerste dag van deze menstruatie wordt ze weer ongesteld. Ze menstrueert erg regelmatig en haar menstruaties duren steeds vier dagen.

- a** Kleur alle dagen waarop de vrouw ongesteld is rood.
b Zet een sterretje op de dagen waarop bij deze vrouw waarschijnlijk ovulatie plaatsvindt.

Afb. 12



5

**Samenvatting**

De delen van het voortplantingsstelsel van een vrouw met hun functies en kenmerken zijn:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

De menstruatiecyclus:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

INZICHT

6

Lisa heeft vanaf haar 13e verjaardag regelmatig (om de vier weken) ovulaties gehad. Ze raakt in de overgang rond haar 46e verjaardag. Deze periode stopt als ze 51 jaar is. Lisa is nooit zwanger geweest.

- a** Hoeveel ovulaties zullen er in haar lichaam ongeveer hebben plaatsgevonden tussen haar 13e en haar 46e verjaardag? Geef bij je antwoord een berekening.
- b** Kunnen er in het lichaam van Lisa na haar 46e verjaardag nog ovulaties plaatsvinden? Leg je antwoord uit.
- c** Kan in het lichaam van een vrouw (in normale situaties) na de overgang nog bevruchting optreden? *ja / nee*

7

Samuel beweert dat bij een meisje dat nog maagd is, de vagina helemaal wordt afgesloten door het maagdenvlies.

- a** Leg uit dat tijdens de menstruatie blijkt dat dit niet het geval is.
- b** Ook dokters kunnen niet zien of een meisje nog maagd is. Leg uit hoe dat komt.

8

Bekijk afbeelding 4 en 11.

- a** Welk deel van de clitoris is het meest gevoelig voor prikkels?
- ☐ A de clitoriseikel
 - ☐ B de clitorishoed
 - ☐ C de zwellichamen
- b** Wat kan het gevolg zijn van deze aanrakingen?
- c** Bij seksuele opwindning kunnen de kleine schaamlippen slijm aanmaken. Hierdoor wordt de toegang tot de vagina nat en glad.
Wat is daarvan de functie?

+ 9

Lees de tekst 'Man/vrouw/intersekse?' in afbeelding 13.

Hormonen werken alleen in weefsels en organen die gevoelig zijn voor die hormonen. Bij Caster Semenya zijn bij haar ontwikkeling in de baarmoeder teelballen aangelegd die testosteron produceren. Dit hormoon had ervoor moeten zorgen dat ze mannelijke geslachtskenmerken ging ontwikkelen, maar dat is niet gebeurd. Ze kreeg geen penis maar een vagina, waardoor ze als meisje ter wereld is gekomen en opgegroeid.

- a** Wat heeft ervoor gezorgd dat de weefsels en organen van Caster Semenya vrouwelijke geslachtsorganen zijn gaan ontwikkelen tijdens de ontwikkeling in de baarmoeder, terwijl er wel testosteron werd aangemaakt?
- b** Tijdens de puberteit maakt de hypofyse hormonen aan die ervoor zorgen dat de teelballen meer testosteron gaan produceren. Caster Semenya begon toen veel spiermassa te ontwikkelen en werd langer dan de gemiddelde vrouw. Dat zijn mannelijke geslachtskenmerken.
Leg uit hoe dat kan.
- c** In de sportwereld gebruiken sporters soms anabole steroïden. Dat zijn verboden middelen die de werking van testosteron nabootsen.
Leg uit waarom sommige vrouwelijke sporters anabole steroïden gebruiken.
- d** De testosteronconcentratie in het bloed zou bij Caster Semenya drie keer hoger liggen dan bij de gemiddelde vrouw. Dat is nog altijd drie keer lager dan bij de gemiddelde man.
Vind jij dat Caster Semenya medicijnen moet slikken die ervoor zorgen dat ze minder testosteron aanmaakt als ze mee blijft doen aan hardloopwedstrijden? Leg je antwoord uit.

Afb. 13

Man/vrouw/intersekse?

Hormonen bepalen of een persoon mannelijke, vrouwelijke of beide eigenschappen ontwikkelt. De Zuid-Afrikaanse hardlooperster Caster Semenya (28 jaar) maakt veel van het hormoon testosteron aan. Dat hormoon zorgt ervoor dat je mannelijke lichaamskenmerken krijgt. Hierdoor is ze langer en heeft ze meer spieropbouw en kracht dan vrouwen met een lager testosterongehalte. Caster wint daardoor veel wedstrijden. Veel mensen vinden dit oneerlijk en willen daarom dat ze medicijnen slikt die ervoor zorgen dat ze minder testosteron aanmaakt.



SAMENHANG leefwereld

MILIEUVRIENDELIJK MENSTRUEREN

In Kenia hebben veel meisjes geen geld voor maandverband, waardoor ze elke maand schooldagen missen. Wegwerpmaandverband en tampons zijn in de hele wereld een zegen voor vrouwen. Ze zijn comfortabel, hygiënisch en belangrijk als het gaat om emancipatie. Maar ongesteld zijn zorgt daardoor ook voor veel afval. Een vrouw gebruikt in de vruchtbare periode van haar leven ongeveer elfduizend tampons of maandverbanden. Het kan wel vijftientig jaar duren voordat sommige tampons en maandverbanden zijn afgebroken. De super-absorberende korrels in maandverband en het plastic dat aan de onderzijde en randen zit om doorlekken te voorkomen, zijn meestal niet afbreekbaar. Om het milieu minder te belasten, stappen sommige vrouwen over op ecologisch maandverband. Het ecokatoen en het bioplastic in dit wegwerpverband zijn wel biologisch afbreekbaar. Wasbare maandverbanden en menstruatiecups zijn andere milieuvriendelijke alternatieven.

Afb. 14 Wasbaar maandverband.



10

Lees de tekst 'Milieuvriendelijk menstrueren'.

- a** Maandverband en tampons moeten regelmatig worden vervangen.
Geef daarvoor twee redenen.
- b** Er wordt een maatschappelijke discussie gevoerd over de milieuvriendelijkheid van wasbaar maandverband.
Leg uit waarom niet iedereen wasbaar maandverband milieuvriendelijk vindt.
- c** Een menstruatiecup gaat jaren mee en geeft geen afval. Toch willen veel vrouwen er niet aan.
Bekijk afbeelding 7.3 en probeer te bedenken wat de voordelen en de nadelen zijn van het gebruik van een menstruatiecup. Overleg eventueel met andere klasgenoten.

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

3 Een man

LEERDOELEN

4.3.5 Je kunt de delen van het voortplantingsstelsel van een man noemen met hun functies en kenmerken.

► Practica 1 en 2

4.3.6 Je kunt de kenmerken van zaadcellen en eicellen noemen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	4.3.5	4.3.6	1.O.14**
Onthouden	1, 2		
Begrijpen	4	3, 4	
Toepassen	5, 10b	9ab	
Analyseren	6ab, 7, 10acde	6a, 7, 8, 9c	10de

** Dit leerdoel vind je in een ander thema.

Het voortplantingsstelsel van een man is voor een groot deel aan de buitenkant te zien. Alleen de prostaat en de zaadblaasjes liggen onder in de buik.

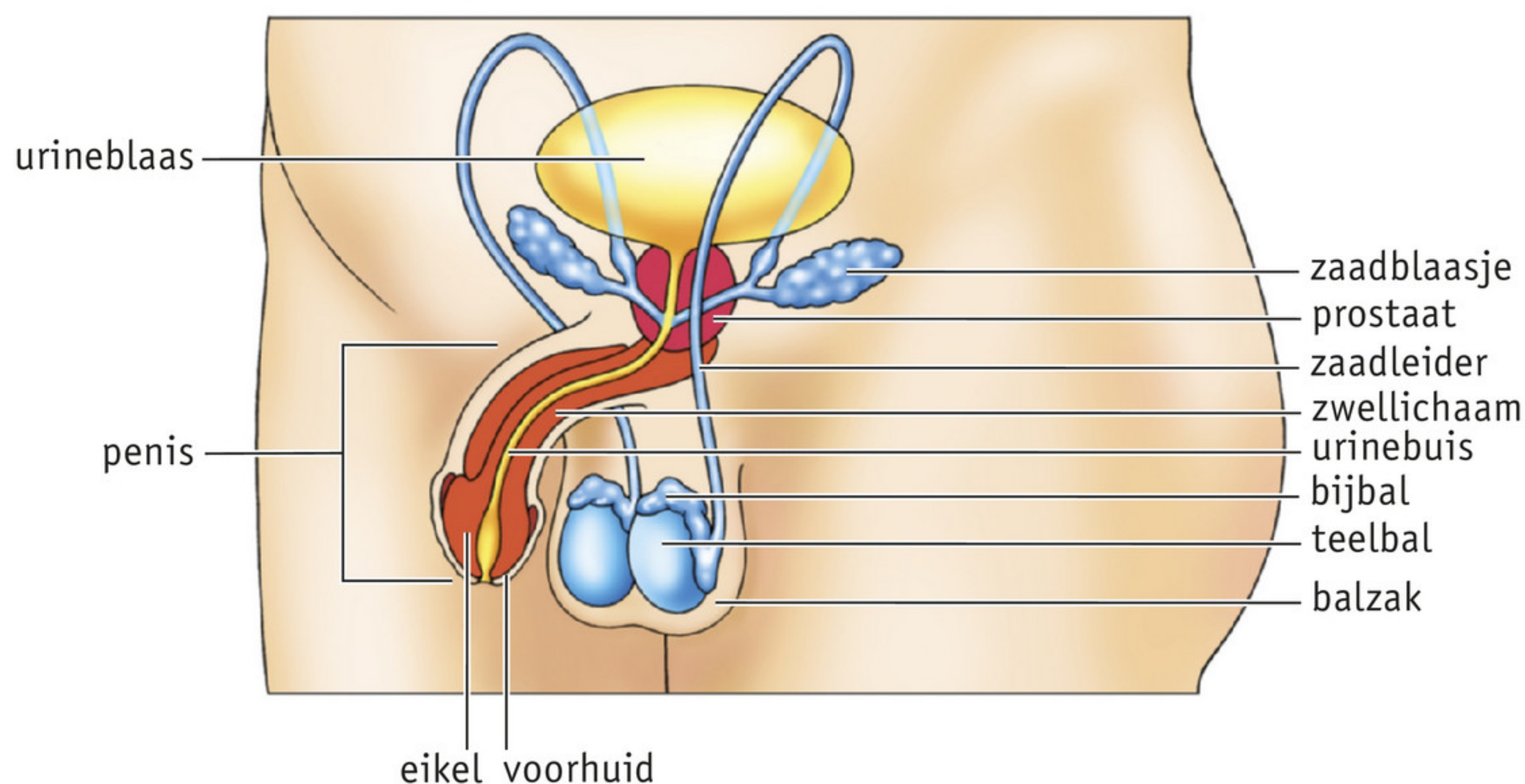
TEELBALLEN EN BALZAK

In afbeelding 1 zie je een naakte man. Je ziet een deel van zijn voortplantingsstelsel. De rest van zijn voortplantingsorganen ligt in de onderbuik (zie afbeelding 2).

Afb. 1



Afb. 2 Het voortplantingsstelsel van een man (schematisch).



Als een jongen ongeveer 13 jaar is, beginnen zijn **teelballen** te functioneren. Vanaf die leeftijd produceren de teelballen elke dag vele miljoenen **zaadcellen** (**spermacellen**). Zaadcellen zijn de mannelijke geslachtscellen. De teelballen liggen in een huidplooi: de **balzak**. De temperatuur in de balzak is iets lager dan die in de buikholte. Dat is gunstig voor de ontwikkeling van de zaadcellen.

Net als bij een meisje spelen bij een jongen hormonen een belangrijke rol bij de vorming van geslachtscellen. Aan het begin van de puberteit gaat de hypofyse stimulerende hormonen maken. Onder invloed van die hormonen worden bij een jongen of man in de teelballen zaadcellen gevormd. Bij een man produceert de hypofyse deze stimulerende hormonen tot op hoge leeftijd. Zaadcellen kunnen daardoor tot op hoge leeftijd worden gevormd. Een man komt dus niet in de overgang, zoals een vrouw.

PROSTAAT EN PENIS

De zaadcellen worden tijdelijk opgeslagen in de **bijballen**. De **zaadleiders** vervoeren de zaadcellen.

De **zaadblaasjes** en de **prostaat** voegen vocht toe aan de zaadcellen. Het vocht uit de zaadblaasjes bevat voedingsstoffen voor de zaadcellen. Het vocht uit de zaadblaasjes en de prostaat met de zaadcellen samen noem je **sperma**.

Bij de prostaat komen de zaadleiders uit in de urinebuis. De urinebuis loopt door de **penis**. De top van de penis, de **eikel**, is erg gevoelig. De eikel is bedekt met een dunne huidplooi: de **voorhuid**. Deze beschermt de eikel. De voorhuid is zo ruim dat deze over de eikel kan worden teruggetrokken. Om ontsteking te voorkomen, is het belangrijk dat een jongen elke dag bij het douchen de voorhuid even terugtrekt en de eikel en de voorhuid afspoelt. Bij sommige jongens wordt de voorhuid weggesneden. Dit heet 'besnijden'. Soms gebeurt dit om hygiënische redenen, soms om godsdienstige redenen (bijvoorbeeld bij joden en moslims).

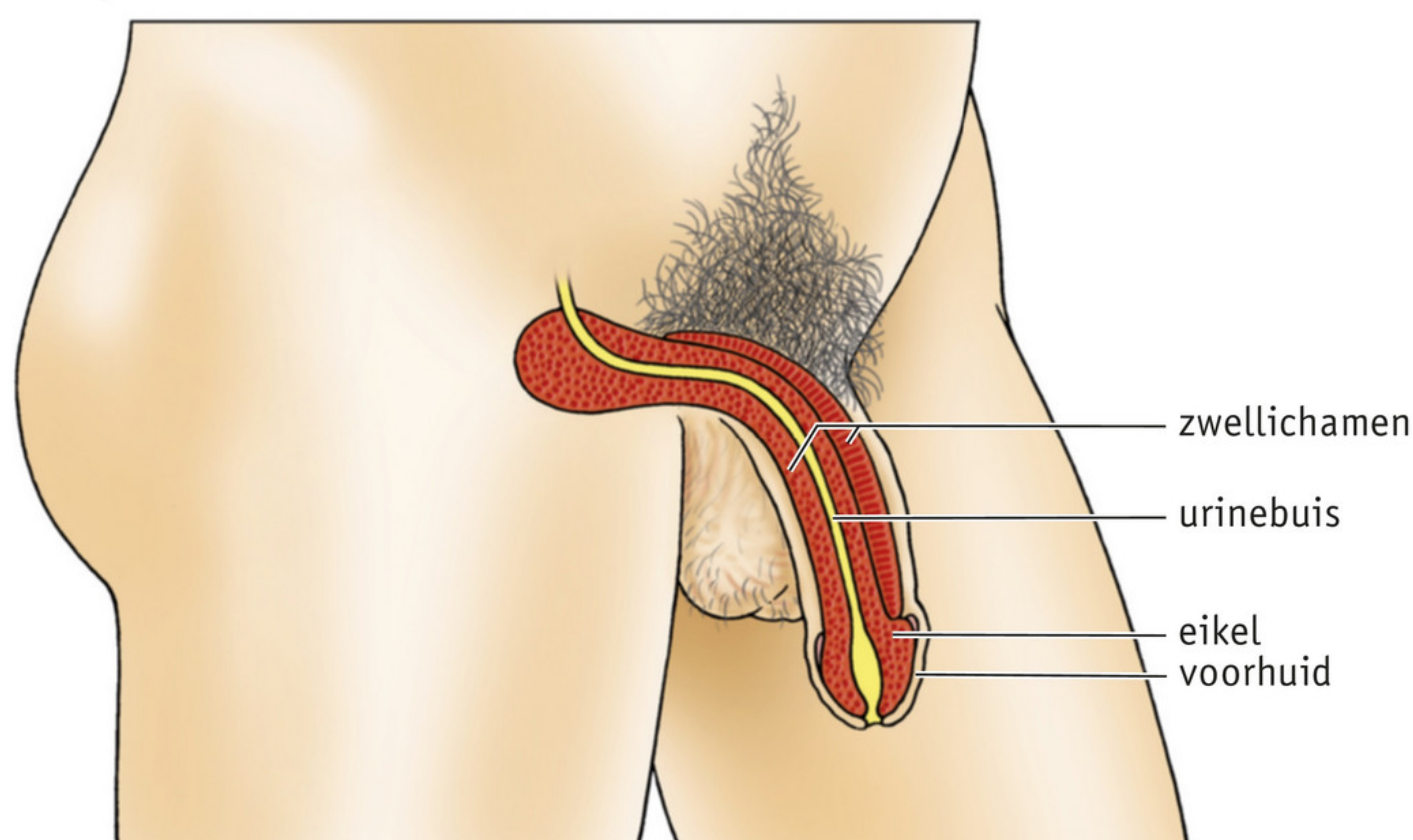
De penis hangt meestal slap, maar hij kan ook groter en stijf worden. Dat noem je een 'stijve' of een **erectie**. Een erectie wordt veroorzaakt door de **zwellichamen** in de penis (zie afbeelding 3 en 4). Er ligt één zwellichaam aan de onderkant, om de urinebuis. De andere zwellichamen liggen aan de bovenkant, één links en één rechts. De zwellichamen kunnen zich met bloed vullen, waardoor ze groter en steviger worden. De penis wordt dan stijf (zie afbeelding 4). De grootte en de vorm van de penis in slappe toestand verschillen nogal van man tot man. Maar bij penissen in erectie is er niet zoveel verschil. Jongens en mannen kunnen op de vervelendste momenten een erectie krijgen. Bijvoorbeeld tijdens een onderzoek door een dokter, bij een stoeipartijtje of bij intiem dansen. Vaak hebben jongens en mannen 's nachts een erectie of als ze wakker worden.

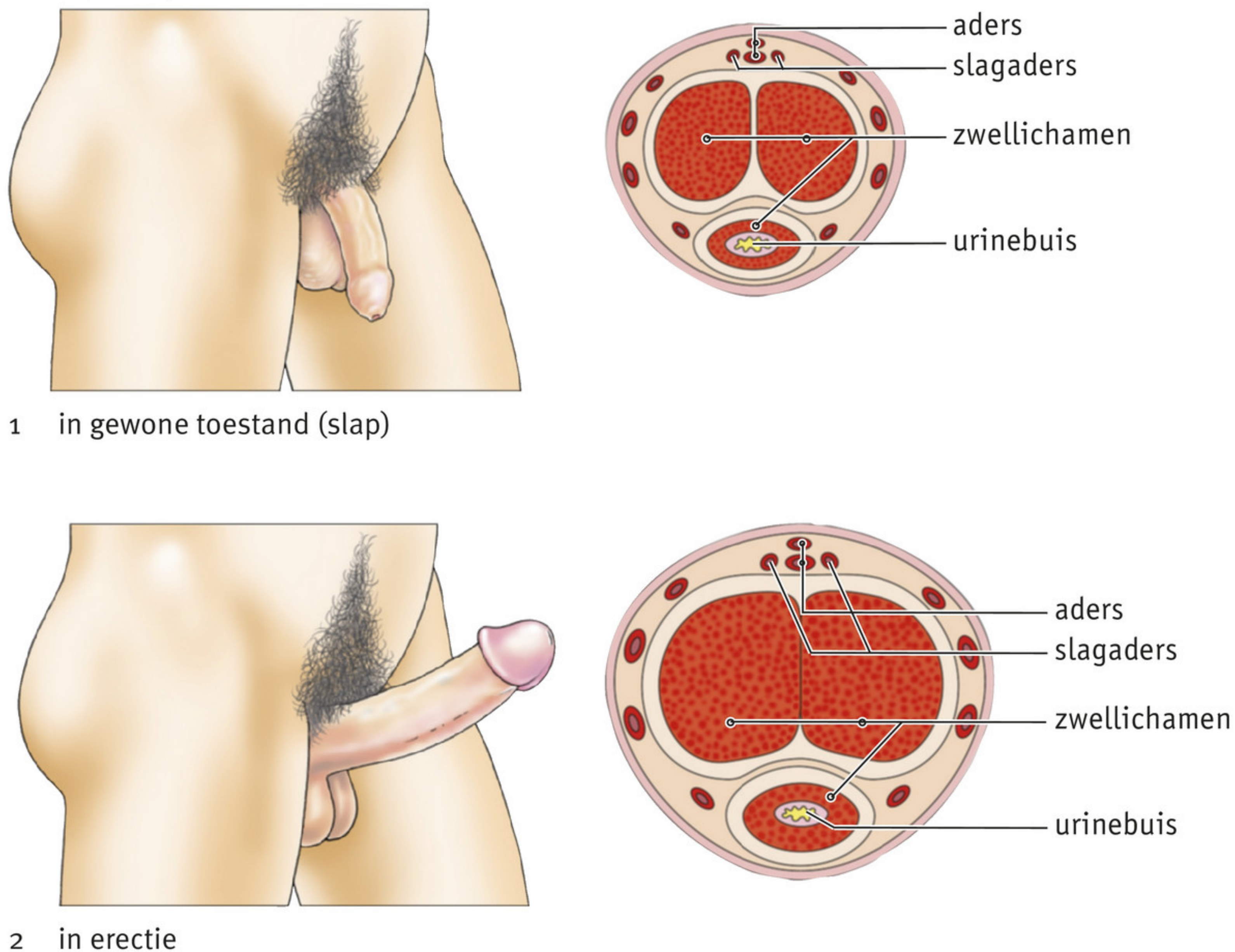
ZAADLOZING

Met een stijve penis kan een man zaadcellen in het lichaam van een vrouw brengen. Dat gebeurt tijdens **geslachtsgemeenschap** ('neuken'). Bij geslachtsgemeenschap brengt een man zijn stijve penis in de vagina van een vrouw. Door bewegingen van man en vrouw wordt de penis in de vagina op en neer bewogen. De eikel wordt daarbij voortdurend geprikkeld. Daardoor kan de man een **zaadlozing** krijgen. Bij een zaadlozing komt het sperma met schokken door de urinebuis naar buiten. Het sperma komt dan in de vagina van de vrouw.

Per zaadlozing komt ongeveer een theelepel sperma uit de penis. Sperma is kleverig en melkwit van kleur. Eén zaadlozing bevat honderd tot vierhonderd miljoen zaadcellen.

Afb. 3

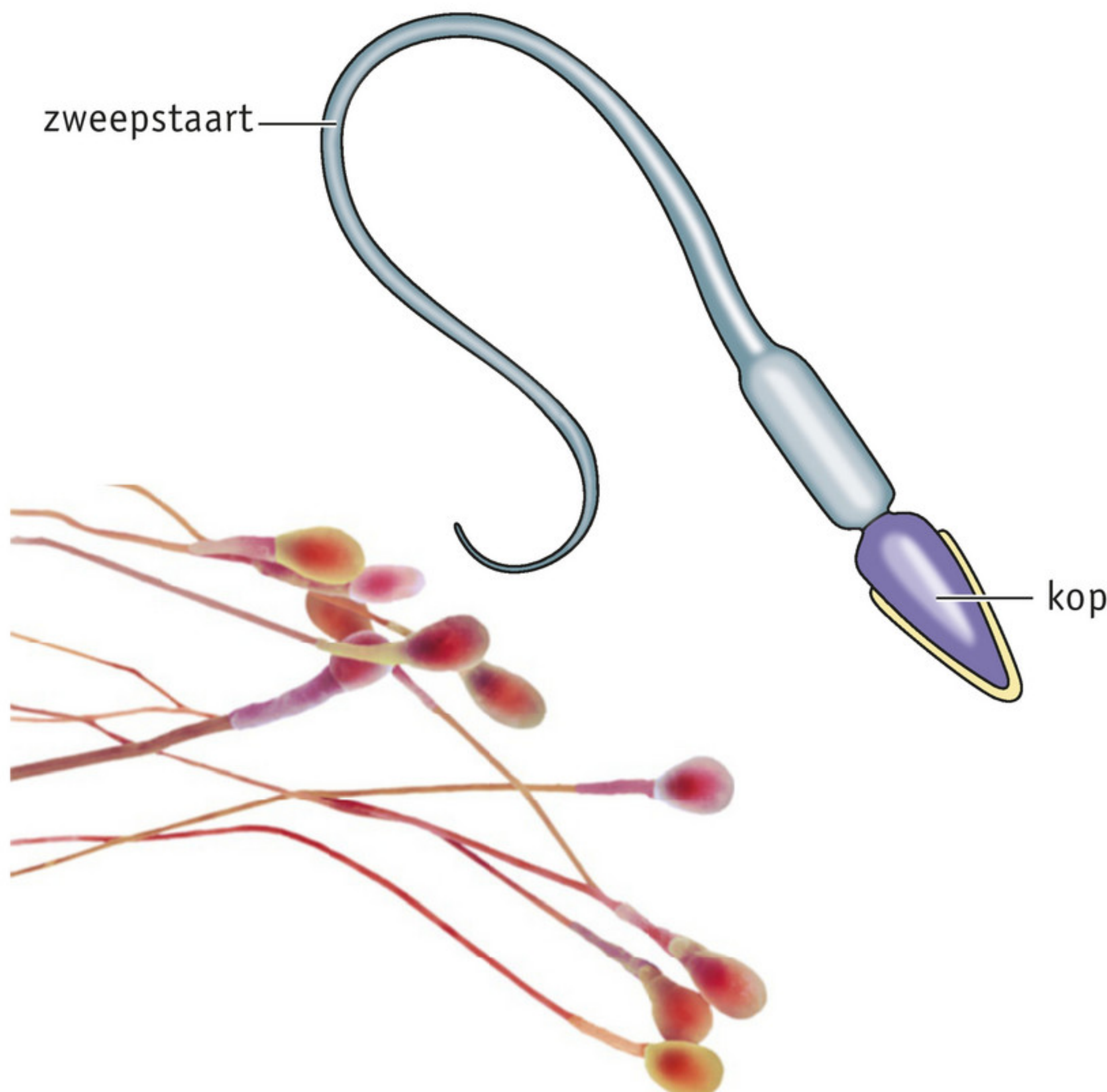
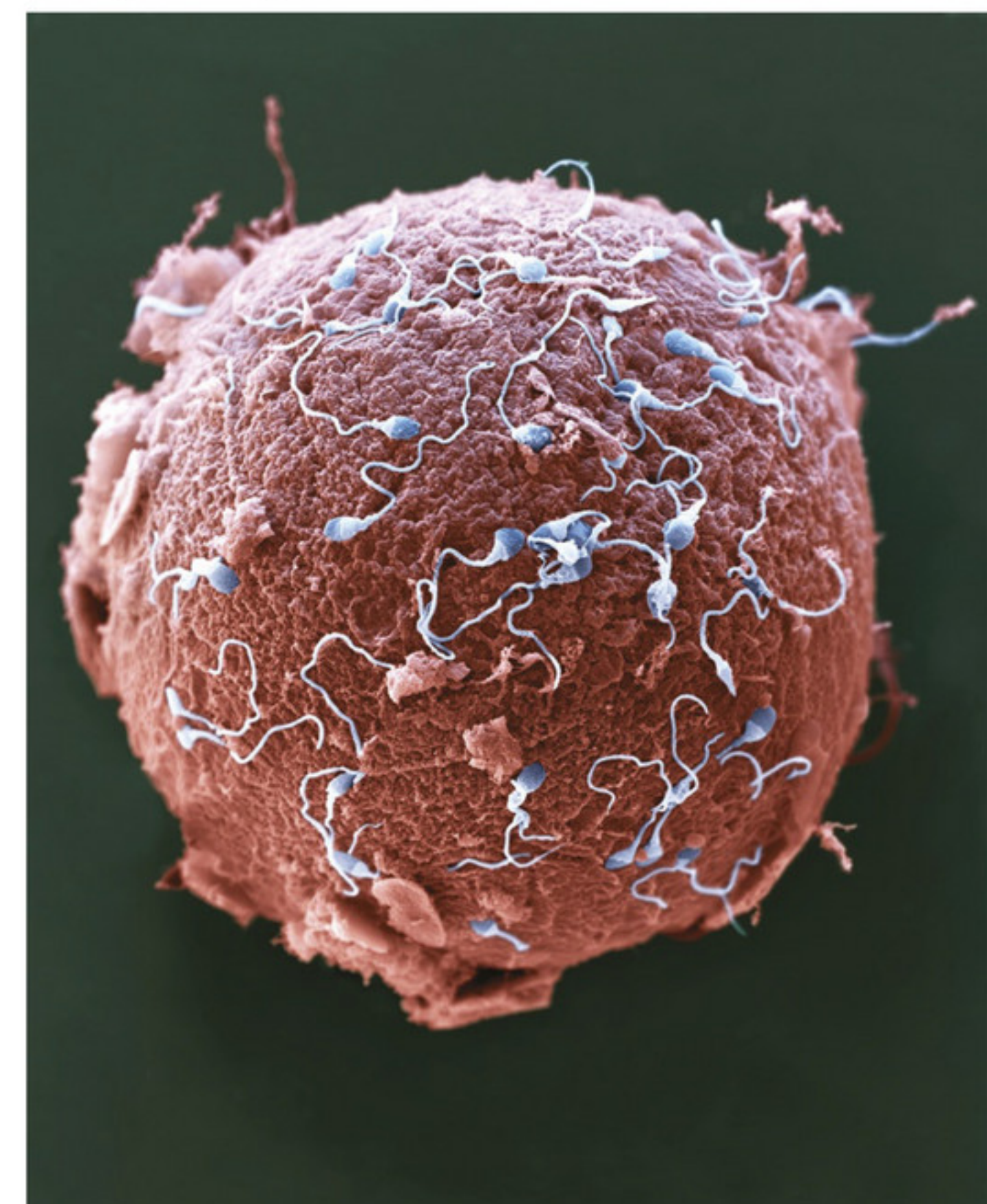


Afb. 4 De penis (buitenaanzicht en dwarsdoorsnede).

Soms komt 's nachts als de man of jongen slaapt een zaadlozing vanzelf. Dat heet een 'natte droom'. Gemiddeld krijgt een jongen zijn eerste zaadlozing rond zijn 13e jaar. Er zijn jongens die zaadlozingen krijgen als ze 11 zijn, anderen krijgen hun eerste zaadlozing als ze 18 zijn.

ZAADCELLEN EN EICELLEN

Een zaadcel is de kleinste menselijke cel (zie afbeelding 5). Met de **zweepstaart** kan een zaadcel zich voortbewegen. Daardoor kunnen de zaadcellen na een zaadlozing de baarmoeder en de eileiders in 'zwemmen'. Komen ze in de eileider een eicel tegen, dan kan die bevrucht worden (zie afbeelding 6). Een eicel kan niet zelf bewegen. Een eicel kan alleen vlak na de eisprong worden bevrucht (tot 24 uur erna).

Afb. 5 Elektronenmicroscopische foto van zaadcellen (vergroting 1260×).**Afb. 6** Een eicel met zaadcellen (vergroting 360×).

KENNIS

1

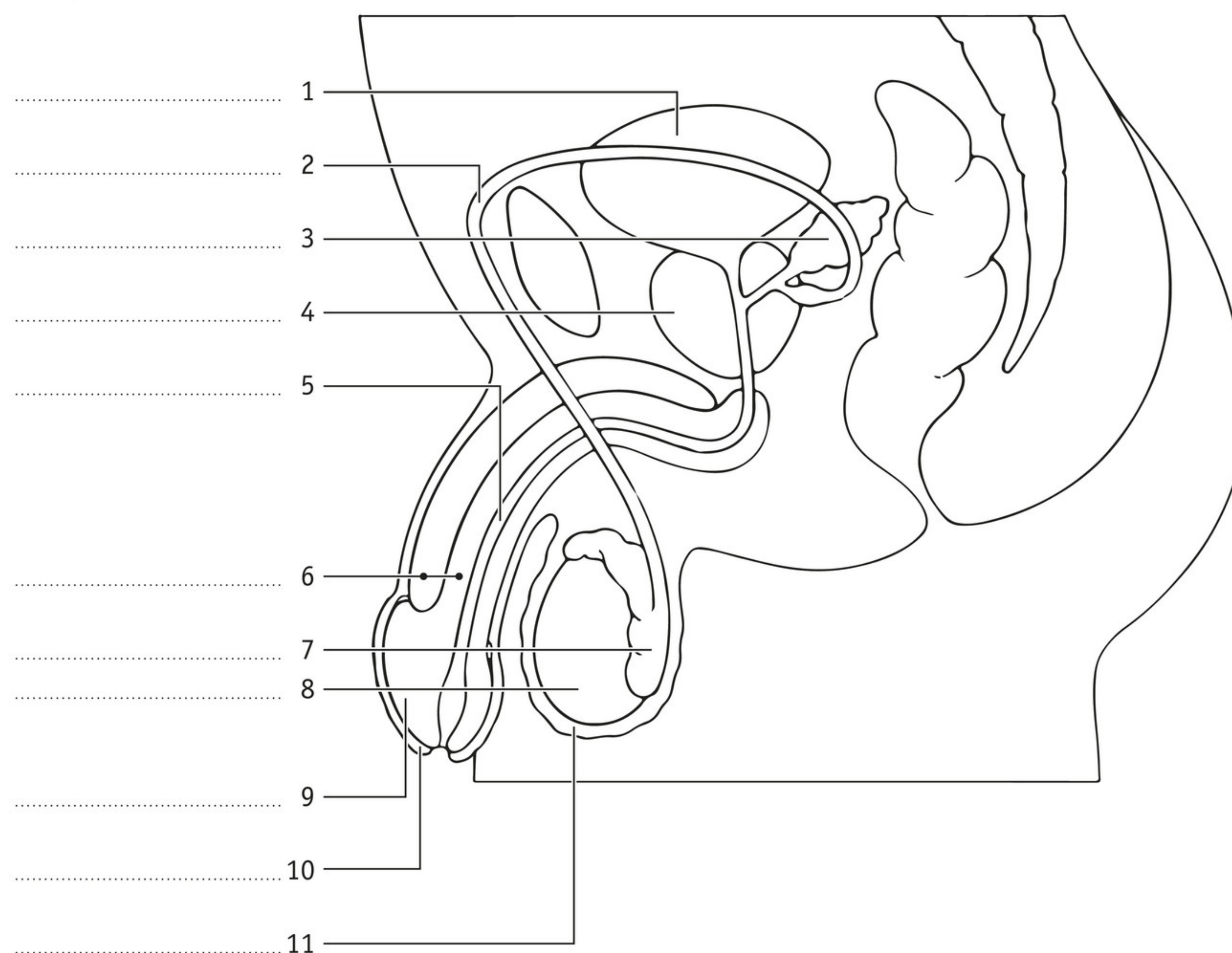
In afbeelding 7 zie je een tekening van het voortplantingsstelsel van een man.

a Zet de namen bij de genummerde delen.

b Kleur de delen in de tekening. Geef elk deel een andere kleur.



Afb. 7



2

Welk deel van het voortplantingsstelsel van een man hoort bij de functie?

- | | | | |
|---|--|-----------------------|--------------------------------------|
| A | Brengt sperma in de vagina. | ☐ | ☐ 1 balzak |
| B | Delen die de penis in erectie brengen. | ☐ | ☐ 2 bijballen |
| C | Hierin liggen de teelballen en de bijballen. | ☐ | ☐ 3 eikel |
| D | Loopt door de penis en vervoert urine en sperma. | ☐ | ☐ 4 penis |
| E | Slaan zaadcellen tijdelijk op. | ☐ | ☐ 5 urinebuis |
| F | Vangt prikkels op die kunnen leiden tot een orgasme. | ☐ | ☐ 6 zaadblaasjes |
| G | Vervoeren zaadcellen. | ☐ | ☐ 7 zaadleiders |
| H | Voegt vocht met voedingsstoffen toe aan zaadcellen. | ☐ | ☐ 8 zwellichamen |

3

Kies de juiste geslachtscellen.

- zijn het grootst *eicellen / zaadcellen*
- kunnen zelf bewegen *eicellen / zaadcellen*
- bevatten reservevoedsel *eicellen / zaadcellen*
- worden het meest geproduceerd *eicellen / zaadcellen*

4

**Samenvatting**

Delen van het voortplantingsstelsel van een man met functies en kenmerken zijn:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Geslachtsgemeenschap:

.....

Kenmerken zaadcellen en eicellen:

Zaadcellen:

Eicellen:

.....

INZICHT

5

Na geslachtsgemeenschap bevrucht een zaadcel een eikel.

Welke delen van het mannelijke en het vrouwelijke voortplantingsorgaan passeert de zaadcel voordat hij de eikel bereikt? Zet de delen in de juiste volgorde.

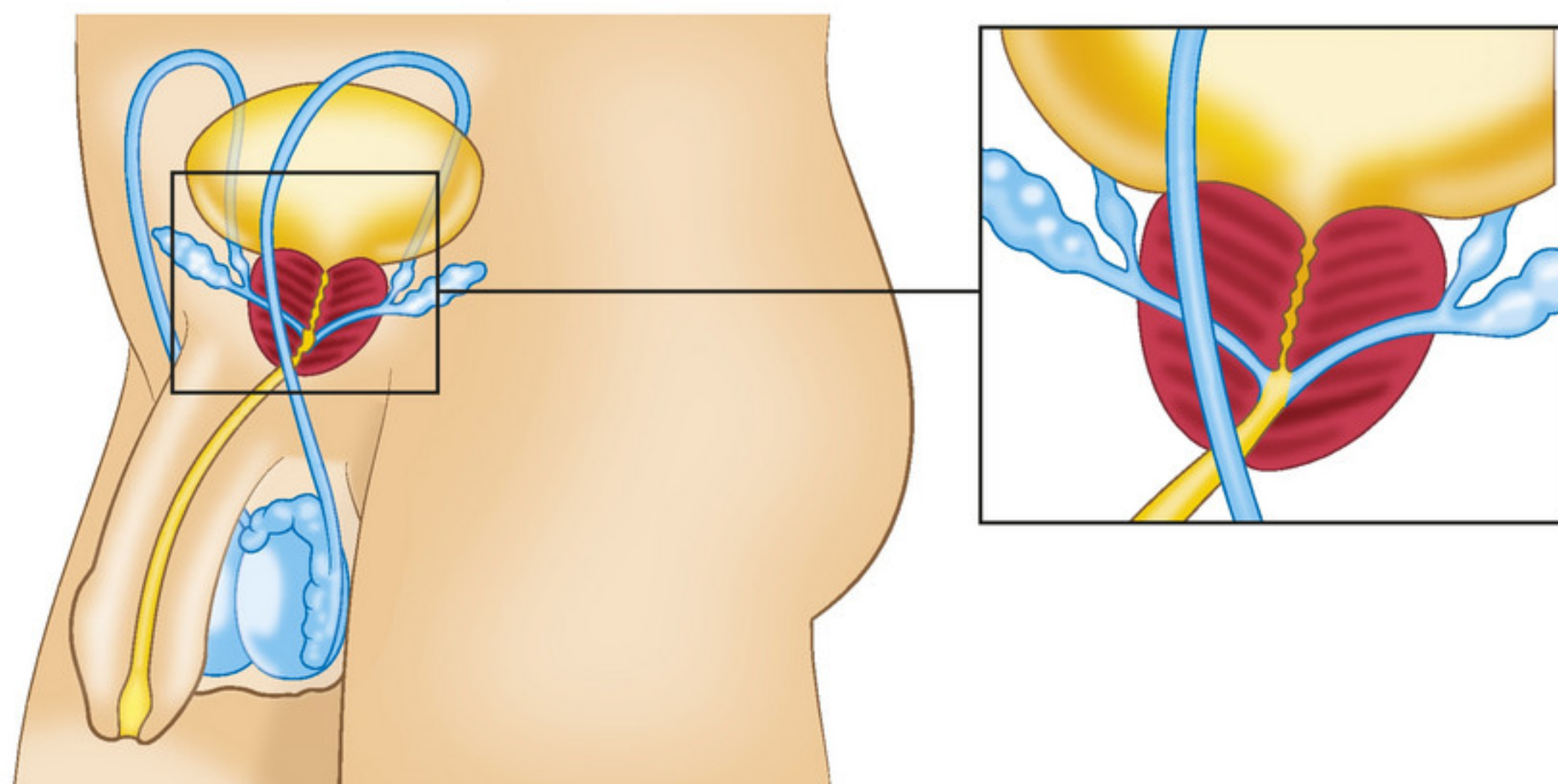
- baarmoeder
- bijbal
- eileider
- teelbal
- urinebuis
- vagina
- zaadleider

6

De prostaat produceert vocht dat de zure omgeving in de vagina minder zuur maakt. Hierdoor blijven zaadcellen langer in leven.

- a** Waarom is het belangrijk dat zaadcellen zo lang mogelijk in leven blijven?
- b** Vooral bij mannen die ouder zijn dan 50 jaar komt prostaatvergroting voor (zie afbeelding 8).
Leg uit hoe hierdoor problemen met plassen kunnen ontstaan.

Afb. 8 Prostaatvergroting.



7

Wanneer door een ontsteking de afvoergangen van de zaadblaasjes verstopt zijn, neemt de productie van sperma met 70% af.

- a** Zet de bestanddelen van sperma in de juiste volgorde qua hoeveelheid. Begin met het bestanddeel dat het meest voorkomt in sperma.
 vocht uit de prostaat
 vocht uit de zaadblaasjes
 zaadcellen
- b** Het vocht dat de zaadblaasjes toevoegen aan de zaadcellen bevat fructose. Dat is een energierijke voedingsstof.
Leg uit dat zaadcellen tijdens hun reis voedingsstoffen van buitenaf nodig hebben en eicellen niet.

8

Lees de tekst 'Ongeslachtelijk of geslachtelijk voortplanten' in afbeelding 9.

- a** Geef twee voordelen van ongeslachtelijke voortplanting.
- b** Voor geslachtelijke voortplanting moeten organismen eicellen of zaadcellen kunnen produceren.
Hoe kun je uit de bouw van een organisme afleiden dat het eicellen of zaadcellen kan produceren?

Afb. 9

Ongeslachtelijk of geslachtelijk voortplanten

Organismen kunnen zich ongeslachtelijk of geslachtelijk voortplanten. Bij ongeslachtelijke voortplanting kan een deel van een organisme uitgroeien tot een nieuw individu, bijvoorbeeld als je een plant stekt, of als een arm van een zeester uitgroeit tot een nieuwe zeester (zie de foto). Voor geslachtelijke voortplanting moet een eicel van een organisme worden bevrucht door een zaadcel van een organisme van dezelfde soort.



Afb. 10

Spermacompetitie bij libellen

Allesbehalve romantisch: libellenvrouwtjes paren met meerdere mannetjes. En mannetjes proberen tijdens de paring eerst het sperma van het vorige mannetje te verwijderen, om er zo voor te zorgen dat zijn eigen sperma de eicel bevrucht. Ze hebben er speciale borstelorgaantjes voor aan hun penis. Het vrouwtje heeft juist in dode hoekjes opslagtankjes voor sperma zodat ze van alle mannetjes toch iets kan achterhouden.



+ 9

Lees de tekst 'Spermacompetitie bij libellen' in afbeelding 10.

- a Een libellenmannetje probeert het sperma van zijn voorganger te verwijderen. Welk gevolg heeft dit voor de erfelijke eigenschappen van de nakomelingen?
- b Een libellenvrouwtje slaat na elke paring sperma op, zodat haar eitjes door het sperma van meerdere mannetjes worden bevrucht. Welk gevolg heeft dit voor de eigenschappen van haar nakomelingen?
- c Wat is hiervan het voordeel voor de soort? Hint: denk aan variatie en selectie.

SAMENHANG wetenschap

RUIMZITTENDE ONDERBROEKEN

Afb. 11

Al vaak is onderzocht of het type ondergoed invloed heeft op de spermakwaliteit van mannen. Amerikaanse onderzoekers hebben het opnieuw getest. Aan 656 mannen tussen 18 en 56 jaar werd gevraagd welk type onderbroek ze de afgelopen drie maanden het meest droegen. Ook werd sperma afgenomen. De spermamonsters werden onderzocht op het totaalvolume, de concentratie zaadcellen (hoeveelheid per milliliter) en de beweeglijkheid van de zaadcellen (zie tabel 1). De temperatuur van de balzak werd niet rechtstreeks gemeten.

55% van de mannen droeg het liefst een boxershort. Deze groep was gemiddeld jonger, slanker en nam vaker een warm bad of bubbelbad.

Bron: ‘Type of underwear worn and markers of testicular function among men attending a fertility center’, Lidia Mínguez-Alarcón, Human Reproduction (vol. 33, #9), 2018.

Tabel 1

Type onderbroek	Volume zaadlozing (mL)	Concentratie zaadcellen (miljoen/mL)	Beweeglijkheid van zaadcellen (%)
Ruimzittend (boxer)	3,03	64,7	49,3
Strakzittend	3,05	51,9	46,4



10

Lees de tekst ‘Ruimzittende onderbroeken’.

Uit de onderzoeksvraag blijkt dat wetenschappers vermoeden dat de keuze voor strakzittende onderbroeken een negatieve invloed heeft op de spermakwaliteit van mannen.

- a Leg uit waarom ze dat vermoeden.
- b Welke conclusie kun je trekken uit de resultaten?
- c Er werden alleen mannen onderzocht die zich samen met hun partner hadden aangemeld in een vruchtbaarheidscentrum. Deze mannen kregen een vragenlijst mee naar huis. 656 van deze mannen vulden de lijst in.
Leg uit dat dit het onderzoek minder betrouwbaar maakt.
- d De mannen moesten zelf aangeven of ze ruimzittende of strakzittende onderbroeken droegen.
Leg uit dat dit het onderzoek minder betrouwbaar maakt.
- e De mannen die graag een boxershort dragen, zijn gemiddeld jonger, slanker en nemen vaker een warm bad of bubbelbad.
Leg uit waarom je uit de resultaten van het onderzoek niet de conclusie kunt trekken dat mannen die ruimzittende onderbroeken dragen vruchtbaarder zijn.

 Ga naar de Flitskaarten en Test jezelf.

4 Seks en zo

LEERDOELEN

4.4.7 Je kunt omschrijven wat onder seksualiteit wordt verstaan.

4.4.8 Je kunt benoemen hoe gender en seksuele oriëntatie kunnen verschillen.

4.4.9 Je kunt benoemen hoe je wensen en grenzen kunt bewaken en respecteren in een seksuele relatie.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	4.4.7	4.4.8	4.4.9
Onthouden	1abde		3ac
Begrijpen	1c, 4	2, 4	3b, 4
Toepassen	5d	5a, 6	7, 8, 10acde
Analyseren	5bce	9	10b

In de puberteit gaat seksualiteit een rol spelen in je leven. Ook in het leven van volwassenen is seksualiteit belangrijk. Mensen kunnen daar heel verschillend over denken.

ORGASME

De eikel van de penis en de eikel van de clitoris zijn erg gevoelig voor prikkels. Door prikkeling van de eikel, bijvoorbeeld bij geslachtsgemeenschap, kan iemand een **orgasme** krijgen ('**klaarkomen**'). Bij mannen vindt dan een zaadlozing plaats. Bij vrouwen spannen spieren rond de vagina zich aan. Een orgasme geeft een lekker gevoel.

Je kunt ook zelf zorgen voor een orgasme. Door over de penis of de clitoris te wrijven, kun je een lekker gevoel krijgen. Dit heet **zelfbevrediging** of **masturbatie**. Een jongen kan een orgasme krijgen door met de hand de huid om de penis op en neer te bewegen. Dit wordt 'aftrekken' genoemd. Een meisje kan over de clitoris wrijven, eventueel met de vingers in de vagina. Dit heet 'vingeren'. Veel jongens en meisjes vrijen met zichzelf, maar het is ook niet raar als je er geen zin in hebt.

SEKSUALITEIT

Geslachtsgemeenschap en zelfbevrediging horen bij seksualiteit. Onder **seksualiteit** vallen alle gedachten, gevoelens en handelingen die te maken hebben met lust en opwinding. Seksualiteit kan verschillende functies hebben voor mensen: lustbeleving, intimiteit en voortplanting.

Seksualiteit kan mensen veel plezier geven. Seksueel opgewonden raken is een prettig gevoel. Dat noem je **lustbeleving**. Mensen kunnen door allerlei prikkels seksueel opgewonden raken, bijvoorbeeld door aanraken, strelen, zoenen of vrijen. Ook door alleen maar te kijken naar iemand die je aantrekkelijk vindt, kan seksuele opwinding ontstaan.

Seksualiteit kan een rol spelen bij **intimiteit** of het onderhouden van een liefdesrelatie met iemand (zie afbeelding 1). Als je op deze manier van iemand houdt, wil je dat regelmatig laten blijken aan die persoon, bijvoorbeeld door te strelen of te knuffelen. Als je van iemand houdt, wil je misschien ook met deze persoon vrijen of geslachtsgemeenschap hebben. Dat kan een gevoel van verbondenheid geven.

Een man en een vrouw kunnen geslachtsgemeenschap hebben. Als een zaadcel van de man een eikel van de vrouw bevrucht, kan de vrouw zwanger worden. Seksualiteit speelt zo een rol bij de **voortplanting**. Veel mensen hebben geslachtsgemeenschap zonder dat ze een kind willen. Om zwangerschap te voorkomen gebruiken ze dan **voorbhoedsmiddelen**, zoals een condoom of de pil.

Foto's, films of teksten met het doel om mensen seksueel te prikkelen, noem je **pornografie (porno)**. Meestal worden de geslachtsorganen dan duidelijk in beeld gebracht (of beschreven). Die zien er vaak niet uit zoals ze er bij de meeste mensen in het echt uitzien. Ook gedragen de acteurs zich niet natuurlijk. Door veel naar porno te kijken, kun je een onrealistisch beeld van seksualiteit krijgen. In het echt gaat het anders. Je kunt porno dus niet gebruiken om meer te leren over seksualiteit.

SEKSUELE ORIËNTATIE

De seksuele oriëntatie of seksuele voorkeur zegt iets over op wie je verliefd wordt (zie afbeelding 2). De meeste mensen voelen zich seksueel aangetrokken tot personen van het andere geslacht. Deze mensen zijn **heteroseksueel** (hetero = ongelijk). Ongeveer een op de vijftien mensen is **homoseksueel** (homo = gelijk) of biseksueel (bi = twee). Homoseksuele mensen voelen zich aangetrokken tot personen van hetzelfde geslacht. Bij meisjes en vrouwen wordt dit **lesbisch** genoemd. Mensen die zich aangetrokken voelen tot mannen én vrouwen, noem je **biseksueel**. Er zijn ook mensen die zich niet seksueel aangetrokken voelen tot anderen. Zij zijn **aseksueel**. Voor sommigen maakt het geslacht of gender van de ander niets uit. Dit noem je **panseksueel**.

GESLACHT EN GENDER

Als het gaat over seks en seksualiteit, zie je vaak de afkorting LHBTI (soms met nog meer letters). Deze letters staan voor **lesbisch**, **homoseksueel**, **biseksueel**, **transgender** en **intersekse**. In dit rijtje staan seksuele oriëntaties, maar ook woorden die niets te maken hebben met seks, namelijk transgender en intersekse. Deze aanduidingen gaan over gender en geslacht.

Afb. 1 Intimiteit in een liefdesrelatie.



Afb. 2



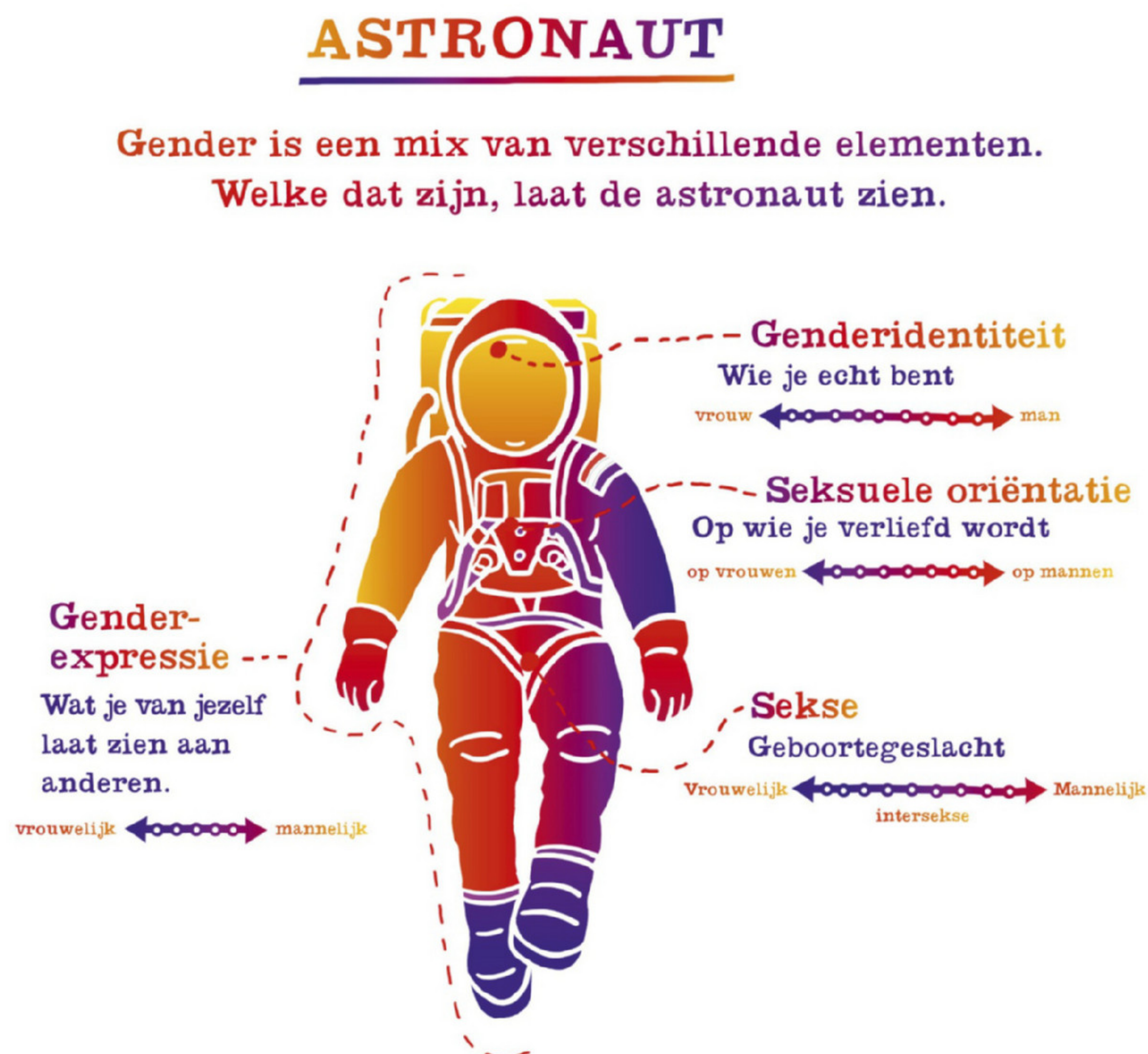
Het **geslacht** (man, vrouw of intersekse) zijn de lichamelijke geslachtskenmerken, zoals een penis of vulva. **Gender** bestaat uit de eigenschappen en gedragingen die mensen mannelijk of vrouwelijk vinden. Eenvoudige voorbeelden daarvan zijn: met poppen of met auto's spelen, een broek of een rok dragen, stoer of zorgzaam zijn.

Je gender is een optelsom van je geslacht, je identiteit (wie je bent, hoe je je voelt) en je expressie (hoe je je kleedt, hoe je je gedraagt). Dit zie je in afbeelding 3. Je seksuele oriëntatie zegt niets over je eigen gender, maar wel iets over het gender waar je op valt.

Bij een **transgender** persoon komt de genderidentiteit (gevoel) niet of niet helemaal overeen met het geslacht (lichaam). Als iemand zich ongemakkelijk voelt met het eigen geslacht, noem je dat **genderdysforie**. Sommige transgender personen kiezen voor geslachtsaanpassende operaties, waardoor het lichaam (geslacht) wel overeenkomt met de genderidentiteit.

Een **transseksueel** persoon is een man in het lichaam van een vrouw, of andersom. Transseksualiteit is dus een uiterste vorm van transgender zijn. Meestal ondergaat iemand die transseksueel is een geslachtsverandering. Daarna komt het lichaam (geslacht) wel overeen met de genderidentiteit.

Afb. 3 Gender is een optelsom.



Bron: www.gsanetwerk.nl.

EEN SEKSUELE RELATIE

Vaak word je in de puberteit voor het eerst echt verliefd. Je denkt dan de hele tijd aan die persoon en wilt graag bij diegene in de buurt zijn. Als je diegene ziet, krijg je een sterk, intens gevoel. Je wilt heel graag dat de ander jou ook leuk vindt. Misschien wil je diegene ook aanraken of zoenen.

Als je verliefd bent, wil je daar waarschijnlijk iets mee doen. In afbeelding 4 lees je tips om iemand te laten weten dat je diegene leuk vindt.

Afb. 4

Acht versiertips

- 1 Zoek oogcontact.
- 2 Zorg ervoor dat je 'toevallig' in de buurt komt.
- 3 Maak een praatje, laat merken dat je geïnteresseerd bent.
- 4 Glimlach (dat gaat waarschijnlijk vanzelf).
- 5 Geef complimentjes.
- 6 Raak de ander per ongeluk aan. Let op: geen ongewenste intimiteiten.
- 7 Leer de ander beter kennen via een chat.
- 8 Vraag een vriend of vriendin om te checken of het wederzijds is.

Bron: Lang leve de liefde magazine.



Als je verkering hebt, kun je zoenen, hand in hand lopen of elkaar aanraken. Het is belangrijk dat je weet wat de ander wel en niet wil. Misschien denken jullie hetzelfde over zoenen en vrijen. Praat daarover met elkaar. Stel elkaar vragen. Vertel ook dingen van jezelf. Het is niet raar als je iets (nog) niet wilt. En het is ook niet raar als je iets wel wilt. Seksualiteit en relaties ontdek je samen, in je eigen tempo. Doe niets wat je zelf (nog) niet wilt of wat de ander (nog) niet wil. Zo blijft het leuk voor jullie allebei.

Een gezonde relatie is wederzijds (je wilt het allebei) en gelijkwaardig (er is er niet één de baas). Ook heb je respect voor elkaar en je vertrouwt elkaar.

WENSEN EN GRENZEN

In een seksuele relatie zijn er dingen waarvan je hoopt dat ze gebeuren. Dat zijn je **wensen**. Er zijn ook dingen die je niet wilt of die je niet fijn vindt. Dat zijn je **grenzen**. Wensen en grenzen zijn heel persoonlijk. De een vindt tongzoenen fantastisch, de ander vindt het vies. Veel jongeren kennen hun eigen wensen en grenzen nog niet goed. In je eerste seksuele relatie(s) kun je ontdekken wat je wensen en grenzen zijn.

Soms merk je terwijl je bezig bent dat je iets niet fijn vindt. Je wordt onzeker, onrustig of je voelt je niet prettig. Dat betekent dat je een grens voelt bij jezelf. Als je voelt dat je een grens bereikt, neem dat gevoel dan serieus. Zeg het eerlijk tegen de ander. Als je verder gaat dan je eigenlijk wilt, heb je daar later spijt van.

Geeft je partner een grens aan, stop dan met wat je aan het doen bent. Voel je weerstand, maar weet je het niet zeker? Vraag dan of de ander het nog fijn vindt. Let ook op signalen, zoals niet aankijken of een afwerende houding. In afbeelding 5 lees je meer tips over wensen en grenzen.

Afb. 5

Wensen en grenzen respecteren

- Praat met elkaar over wat je wel en niet wilt.
- Laat zonder woorden merken wat je wel of niet wilt, bijvoorbeeld door iemands hand te sturen.
- Zeg het duidelijk als je iets niet wilt: 'Ik vind dit niet fijn, ik wil dit niet.'
- Zeg erbij wat de ander moet doen: 'Ik wil dat je daarmee stopt.'
- Als de ander jouw grens niet respecteert, is hij of zij je niet waard.

ONGEWENST GEDRAG

Een jongen die jou op de dansvloer aanraakt. Een meisje dat een sexy foto van jou aan iedereen laat zien. Je vriend of vriendin die tegen je zin met jou wil vrijen. Dit zijn voorbeelden van **seksueel grensoverschrijdend gedrag**: iemand maakt seksuele opmerkingen of verricht seksuele handelingen, terwijl jij dat niet wilt. Dit gedrag is niet oké. Je moet er iets van zeggen en hulp invoeren als diegene niet naar je luistert. Grenzen verschillen per persoon. Wat jij prima vindt, kan voor iemand anders grensoverschrijdend zijn.

Bij **ongewenste intimiteiten** raakt iemand je aan terwijl je dat niet wilt. Het kan ook gebeuren dat iemand je dwingt tot seksueel contact. Dit wordt **seksueel geweld** genoemd. Het slachtoffer wordt dan seksueel misbruikt. Bij **aanranding** worden met geweld of onder bedreiging seksuele handelingen verricht met een slachtoffer. Bij een **verkrachting** vindt ook geslachtsgemeenschap plaats. Aanranding of verkrachting door een familielid heet **incest**. Seksueel geweld is bij wet verboden en kan voor de daders leiden tot gevangenisstraf.

Seksueel geweld kan ook plaatsvinden via internet of chat (zie afbeelding 6).

Bijvoorbeeld: een meisje dwingt een jongen om zijn penis te laten zien voor de webcam. Of een ex-vriendje dreigt naaktfoto's van een meisje te delen als zij niet doet wat hij wil.

Afb. 6 Seksueel geweld kan ook op internet of via chats plaatsvinden.



Een **loverboy** is iemand die eerst erg aardig doet tegen een meisje en haar verleidt met aandacht en dure cadeaus. Een loverboy zorgt ervoor dat zijn vriendin alleen nog maar met hem omgaat. Zo krijgt hij macht over haar. Uiteindelijk wil hij iets terug voor zijn 'liefde'. Hij dwingt het meisje tot prostitutie om er veel geld aan te verdienen. Zoek hulp als je denkt dat de vriend van een van je vriendinnen een loverboy is. Praat met iemand die je vertrouwt, zoals je ouders of een docent.

Slachtoffers van seksueel geweld hebben vaak veel last van emotionele of lichamelijke problemen. Het is belangrijk dat iemand daar niet mee rond blijft lopen, maar hulp zoekt.

In afbeelding 7 staan websites waar je meer kunt lezen over seksualiteit.

Afb. 7

Websites over seksualiteit

Over seks en seksualiteit

www.sense.info
www.canyoufixit.nl

Over gender, sekse en seksuele oriëntatie

www.gsanetwerk.nl
www.iedereenisanders.nl
www.coc.nl
www.colourground.nl
www.seksediversiteit.nl

Voor hulp bij seksueel geweld

www.kindertelefoon.nl
www.centrumseksueelgeweld.nl
www.stoploverboys.nu
www.verbreekdestilte.nl

KENNIS

1

Seksualiteit heeft verschillende functies.

a Wat is seksualiteit?

b Welke beschrijving hoort bij welke functie?

- | | | | | |
|---|--|-----------------------|---|---------------|
| A | geslachtsgemeenschap, zwangerschap | ☐ | 1 | intimiteit |
| B | gevoel van verbondenheid in een liefdesrelatie | ☐ | 2 | lustbeleving |
| C | opwinding, lust, plezier | ☐ | 3 | voortplanting |

c Zelfbevrediging (masturberen) is *wel* / *geen* seks.

d Zowel bij mannen als bij vrouwen kan prikkeling van een bepaald deel van het voortplantingsstelsel leiden tot een orgasme.

Om welk deel van het voortplantingsstelsel gaat het?

e Pornografie is bedoeld om mensen seksueel te prikkelen.

Wat is een nadeel van pornografie?

2

Hierna staan acht begrippen over seksuele oriëntatie en gender.

Welke omschrijving hoort bij het begrip?

- | | | | | |
|---|------------------|-----------------------|---|---|
| A | aseksueel | ☐ | 1 | het geslacht komt niet overeen met het gevoel |
| B | biseksueel | ☐ | 2 | of iemand zich mannelijk, vrouwelijk of iets daartussenin voelt |
| C | genderidentiteit | ☐ | 3 | valt op mensen van alle genders |
| D | heteroseksueel | ☐ | 4 | valt op mensen van beide geslachten |
| E | homoseksueel | ☐ | 5 | valt op mensen van het andere geslacht |
| F | panseksueel | ☐ | 6 | valt op mensen van hetzelfde geslacht |
| G | transgender | ☐ | 7 | voelt geen seksuele aantrekking |

3

- a** Wanneer is in een seksuele relatie je grens bereikt?
- b** Wat geldt voor een gezonde seksuele relatie?
- ☐ A Er is er één die de leiding heeft.
 - ☐ B Je doet af en toe ook iets wat je niet fijn vindt.
 - ☐ C Je hebt respect voor elkaar.
 - ☐ D Je vertrouwt elkaar.
- c** Bij seksueel grensoverschrijdend gedrag kan iemand je aanraken terwijl je dat niet wilt. Hoe heet dit gedrag?

4



Samenvatting

Afbeelding 8 is het begin van een mindmap.
Maak de mindmap af.

Afb. 8



INZICHT

5

- a** Waarover heb je bij de puberteit, de vrouw en de man in basisstof 1, 2 en 3 vooral geleerd?
- ☐ A genderexpressie
 - ☐ B genderidentiteit
 - ☐ C sekse
 - ☐ D seksuele oriëntatie
- b** Er zijn veel verschillende samenlevingen in de wereld en daardoor zijn er ook veel verschillende seksuele normen en waarden.
Op een website staat de zin: 'In de meeste westerse culturen overheerst de voortplantingsvisie.'
Wat denk je dat er wordt bedoeld met deze zin?
- c** Verkering en huwelijk zijn manieren waarop twee mensen een relatie met elkaar kunnen hebben. De keuze voor een relatie moet passen bij de normen en waarden van een stel.
Noteer drie opvattingen die mensen kunnen hebben over relaties en geslachtsgemeenschap.

- d** Tegen een jong kind dat met zijn penis speelt, wordt soms gezegd dat hij dat niet moet doen omdat dat 'vies' is.
Welke functie van seksualiteit wordt hiermee ontkend?
- ☐ A intimiteit
 - ☐ B lustbeleving
 - ☐ C voortplanting
- e** Met een virtualreality-bril op je hoofd kun je tegenwoordig porno ervaren alsof je echte seks hebt. Over een tijdje is het voor iedere volwassene met internet mogelijk om seks te hebben met de mooiste digitale modellen.
Wat zou een nadeel kunnen zijn van virtualreality-porno?

6



In deze opdracht ervaar je dat aanduidingen voor geslacht, gender en seksuele oriëntatie niet altijd eenduidig zijn. Het gaat dus niet om het juiste antwoord.

Bespreek elke vraag met twee klasgenoten. Bedenk dat iedereen anders is en zichzelf moet kunnen zijn zonder zich daarvoor te schamen, verdedigen of verantwoorden.

- a** Bekijk afbeelding 9.1. Jett Rebel is een Nederlandse zanger, componist en multi-instrumentalist. Jett Rebel zegt dat hij het 'kortzichtig' van zichzelf vindt dat hij niet biseksueel is en alleen op vrouwen valt.
Wat geldt volgens jou voor Jett Rebel?
Seks: *man / vrouw / intersekse*
Seksuele oriëntatie: valt op *man / mens / vrouw / aoseksueel*
Genderexpressie: *mannelijk / neutraal / vrouwelijk*
Genderidentiteit: *man / neutraal / vrouw*
- b** Bekijk afbeelding 9.2. Marieke Lucas Rijneveld (geboren als Marieke Rijneveld) is een Nederlandse schrijver en dichter. Ze is ook regelmatig 'tafelmen' bij een tv-programma. Ze twijfelt of ze meisje of jongen wil zijn, maar voelt zich vooral nog een kind.
Wat geldt volgens jou voor Marieke Lucas Rijneveld?
Seks: *man / vrouw / intersekse*
Seksuele oriëntatie: valt op *man / mens / vrouw / aoseksueel*
Genderexpressie: *mannelijk / neutraal / vrouwelijk*
Genderidentiteit: *man / neutraal / vrouw*

Afb. 9



1 Jett Rebel



2 Marieke Lucas Rijneveld

- c** Bekijk afbeelding 9.3. Brendon Urie is de leadzanger van de band Panic! at the Disco. In een interview liet de zanger weten dat hij niets geeft om gender: ‘Ik ben gehuwd met een vrouw, maar ik ben niet tegen een man, omdat ik op personen val. Ik voel me ook erg aangetrokken tot mannen, ook seksueel. Het is nooit raar geweest voor mij.’ Wat geldt volgens jou voor Brendon Urie?

Sekse: *man / vrouw / intersekse*

Seksuele oriëntatie: valt op *man / mens / vrouw / asexueel*

Genderexpressie: *mannelijk / neutraal / vrouwelijk*

Genderidentiteit: *man / neutraal / vrouw*
- d** Bekijk afbeelding 9.4. Caitlyn Jenner is geboren als jongen maar voelt zich vrouw. Sinds 2015 is ze voor de wet vrouw. Ze heeft een relatie met een jongere vrouw. Wat geldt volgens jou voor Caitlyn Jenner?

Sekse: *man / vrouw / intersekse*

Seksuele oriëntatie: valt op *man / mens / vrouw / asexueel*

Genderexpressie: *mannelijk / neutraal / vrouwelijk*

Genderidentiteit: *man / neutraal / vrouw*

Afb. 9



3 Brendon Urie



4 Caitlyn Jenner

7



- In de tabel staan enkele uitspraken.
- Geef aan of je het met de uitspraak eens bent of oneens.
 - Vergelijk je keuze daarna met die van drie klasgenoten en bespreek de redenen van de overeenkomsten en verschillen.

Uitspraak	Eens	Oneens
Als een jongen een meisje naar huis brengt, mag hij daarvoor een beloning verwachten.		
Als een meisje zich uitdagend kleedt, lokt ze aanranding of verkrachting uit.		
Als je baas steeds zijn arm om je schouder legt, moet je dat wel toestaan.		
Een meisje kan best een jongen versieren.		
Het belangrijkste bij seks is dat je het zelf leuk hebt.		
Je kunt als meisje beter niet 's avonds laat alleen over straat fietsen.		
Je kunt een loverboy meteen herkennen aan zijn gedrag.		

8

Iedereen kan slachtoffer worden van een aanranding of verkrachting. Als je een aanranding of een verkrachting hebt meegemaakt, kun je terecht bij het Centrum Seksueel Geweld. Artsen, verpleegkundigen, politie en andere hulpverleners werken samen om de juiste zorg te verlenen.

- a Welke zorg kan een arts je verlenen na een aanranding of verkrachting?
- b Welke zorg kan een psycholoog je verlenen?
- c Welke zorg kan de politie verlenen?

+ 9

Lees de tekst 'Homoseksualiteit bij dieren' in afbeelding 10.

Bij de laysan-albatros is er een tekort aan mannetjes. Dit lossen de vogels op door vrouwtjesparen te vormen in plaats van heteroparen. Hierdoor is er geen strijd om de mannetjes en hebben de jongen een grotere overlevingskans.

- a Zijn deze vrouwtjes homoseksueel? Leg je antwoord uit.
- b Bij olifanten heeft een vrouwtje maar één keer in de drie jaar een vruchtbare periode van ongeveer zes dagen. Alleen dan wil ze paren. Een mannetje moet hier dus snel op inspelen, maar dan moet hij wel weten hoe hij te werk moet gaan voor een geslaagde paring.
Welk voordeel heeft homoseksualiteit onder mannetjes bij olifanten?
- c Bij zwarte zwanen en flamingo's zijn de mannetjes groter en sterker dan de vrouwtjes. Mannenstellen van deze vogels stelen een ei uit het nest van een heterokoppel en broeden het vervolgens zelf uit. De kuikens die worden grootgebracht door een mannenstel, hebben een veel hogere overlevingskans.
Hoe is dat te verklaren?
- d Wat is een nadeel van homoseksualiteit bij dieren?

Afb. 10

Homoseksualiteit bij dieren

Het was al langer bekend dat homoseksualiteit in het dierenrijk regelmatig voorkomt. Onder meer onder apen en albatrossen komen individuen voor die hun hele leven met een partner van hetzelfde geslacht leven. De Denver Zoo heeft twee homoflamingo's die al sinds 2014 samen zijn. Ze hebben ook een nestje gebouwd en wachten op een adoptie-ei.



SAMENHANG leefwereld

SEXTING IS GRENZELOOS

Sexting is een combinatie van de Engelse woorden 'sex' (seks) en 'texting' (sms'jes verzenden). Sexting is het verzenden (en ontvangen) van seksueel getinte foto's, filmpjes of tekstberichten via social media met behulp van een mobiele telefoon of computer. Ook het hebben van 'virtuele seks' via bijvoorbeeld Skype valt onder de term sexting.

Een op de vijf jongeren stuurt weleens een pikante foto naar een ander. Dat kan leuk en spannend zijn, maar het is ook gevaarlijk. Wanneer een sexy foto of pikant filmpje van jou door anderen wordt verspreid via social media, verlies je er de controle over. Dit kan grote gevolgen hebben. Denk aan (cyber)pesten, schooluitval, schaamte, chantage, problemen bij het vinden van een baan, angst, onzekerheid en andere vormen van ernstig persoonlijk leed. In sommige gevallen heeft het zelfs tot zelfdoding geleid.

Afb. 11



10

Lees de tekst 'Sexting is grenzeloos'.

- a Mensen die sexy foto's of filmpjes ongewenst verspreiden, plegen een strafbaar feit. Hoe noem je het gedrag van deze mensen?
- b De politie adviseert jongeren om helemaal geen sexy materiaal te versturen. Dan kan je foto of filmpje niet worden doorgestuurd en kan de rest van de wereld je niet veroordelen. Waarom vinden veel mensen dit geen goed advies? Bespreek je antwoord met klasgenoten.
- c Een 14-jarige jongen en 15-jarig meisje zijn vervolgd voor sexting. Ze verspreidden een naaktfoto van een 14-jarige jongen, die zich uit schaamte van het leven beroofde door van een flat te springen. Het slachtoffer heeft gesmeekt op te houden met de verspreiding van de foto, maar de jongen en het meisje besloten de volgende dag de foto op Instagram te zetten en het slachtoffer in het bericht te taggen. Vind je het terecht dat de jongen en het meisjes worden vervolgd voor sexting? Leg je antwoord uit. Bespreek je antwoord met klasgenoten.
- d Uit het politiedossier blijkt dat de aangeklaagde jongen onder een valse meisjesnaam (Alicia) een Snapchat-account had aangemaakt. Via dit account had hij contact met het slachtoffer en werden er foto's uitgewisseld. Het slachtoffer stuurde ook een naaktfoto van zichzelf, waarop hij volledig herkenbaar is te zien met een erectie. Verandert dit gegeven je antwoord op vraag c? Leg je antwoord uit. Bespreek je antwoord met klasgenoten.
- e De makers van een tv-programma voor jongeren vinden het niet verkeerd om foto's te versturen via social media die een ander kunnen opwinden. Maar dan wel safe: foto's zonder hoofd. De actie '#Posten met #geenhoofd!' moet ervoor zorgen dat de negatieve gevolgen van sexting verminderen. Wat vind jij van safe sexting? Verklaar je mening. Bespreek jouw mening met klasgenoten.

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

5 Veilig vrijen

LEERDOELEN

- 4.5.10 Je kunt enkele methoden voor geboorteregeling noemen en hun werking uitleggen.
- 4.5.11 Je kunt enkele soa's noemen en uitleggen hoe je die kunt voorkomen.
- Leren onderzoeken 1
- Practica 3 en 4

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	4.5.10	4.5.11
Onthouden	1abcd, 2, 5a	3b
Begrijpen	1e, 4	3acd, 4
Toepassen	5bcd, 6, 7, 10ac	8a, 10ac
Analyseren	9, 10bd	8b, 10bd

Door geslachtsgemeenschap kan een vrouw zwanger worden. Als dat niet de bedoeling is, gebruik je voorbehoedsmiddelen. Een condoom beschermt ook tegen besmetting met een geslachtsziekte.

ANTICONCEPTIE

Geboorteregeling betekent dat een vrouw, meestal samen met een man, bepaalt of zij een kind wil of niet. Als een vrouw niet zwanger wil worden, kan zij en/of de man voorbehoedsmiddelen of **anticonceptiemiddelen** gebruiken. Anti betekent ‘tegen’ en conceptie betekent ‘bevruchting’. Bij bevruchting smelt de kern van een zaadcel samen met de kern van een eikel. Daardoor ontstaat een bevruchte eikel. Uit de bevruchte eikel kan in de baarmoeder een kind groeien.

Afb. 1 Een condoom en de pil.

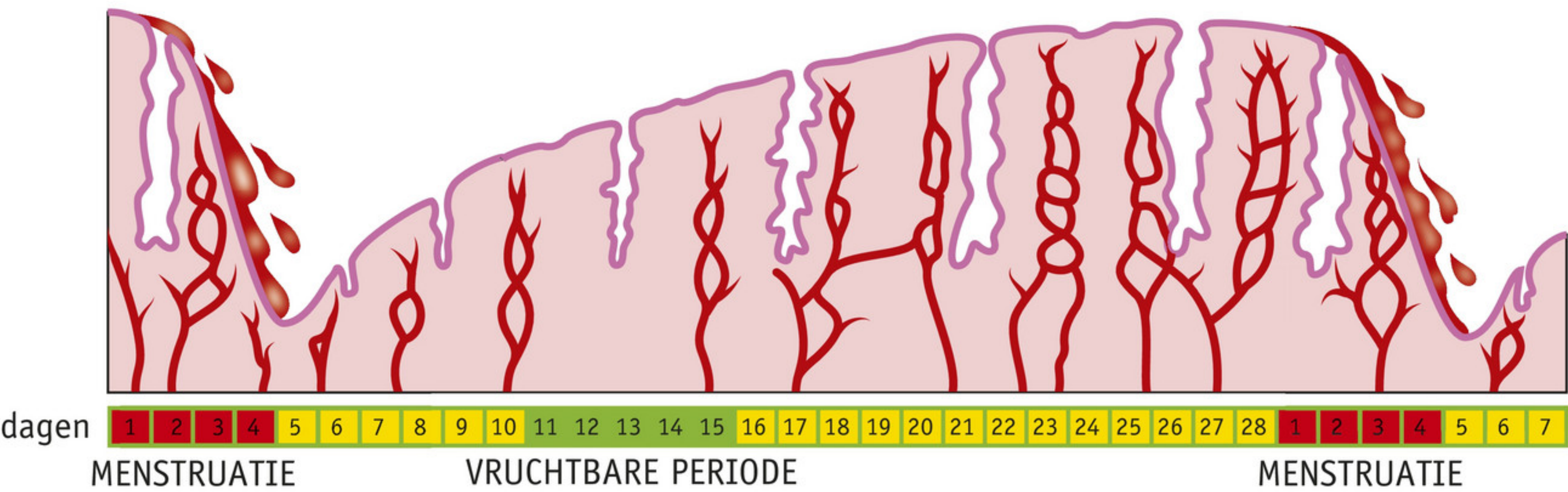


Voorbehoedsmiddelen voorkomen dat bevruchting plaatsvindt. De bekendste voorbehoedsmiddelen zijn het condoom en de anticonceptiepil (zie afbeelding 1). Vooral de pil is betrouwbaar. Dat betekent dat de kans dat een vrouw zwanger wordt, heel erg klein is als ze de pil gebruikt.

ONBETROUWBARE METHODEN

Na de ovulatie blijft een onbevruchte eikel maar 12 tot 24 uur in leven. Zaadcellen kunnen na een zaadlozing in het lichaam van een vrouw twee tot drie dagen in leven blijven. Elke vier weken is er dus maar een korte periode van ongeveer vijf dagen waarbinnen geslachtsgemeenschap kan leiden tot bevruchting. Dit noem je de vruchtbare periode. Deze duurt van ongeveer drie dagen voor de ovulatie tot ongeveer één dag na de ovulatie (zie afbeelding 2).

Afb. 2



Een van de oudste methoden om zwangerschap te voorkomen, is **periodieke onthouding**. Hierbij hebben een man en een vrouw geen geslachtsgemeenschap in de vruchtbare periode van ongeveer vijf dagen. Meestal kun je niet precies vaststellen wanneer de ovulatie plaatsvindt. Bij sommige vrouwen vindt de ovulatie eerder of later plaats dan gemiddeld. Daardoor is periodieke onthouding erg onbetrouwbaar. Dat betekent dat een vrouw toch zwanger kan worden. Vooral vrouwen met een onregelmatige menstruatiecyclus kunnen gemakkelijk zwanger raken zonder dat ze dat willen.

Een andere onbetrouwbare methode is **coïtus interruptus (onderbroken geslachtsgemeenschap)**. Hierbij trekt de man zijn penis uit de vagina terug als hij zijn zaadlozing voelt aankomen. De zaadlozing vindt dan buiten de vagina plaats. Maar voor het sperma kan er al voorvocht uit de penis komen. In dit voorvocht zitten vaak ook zaadcellen. Daardoor is deze methode erg onbetrouwbaar.

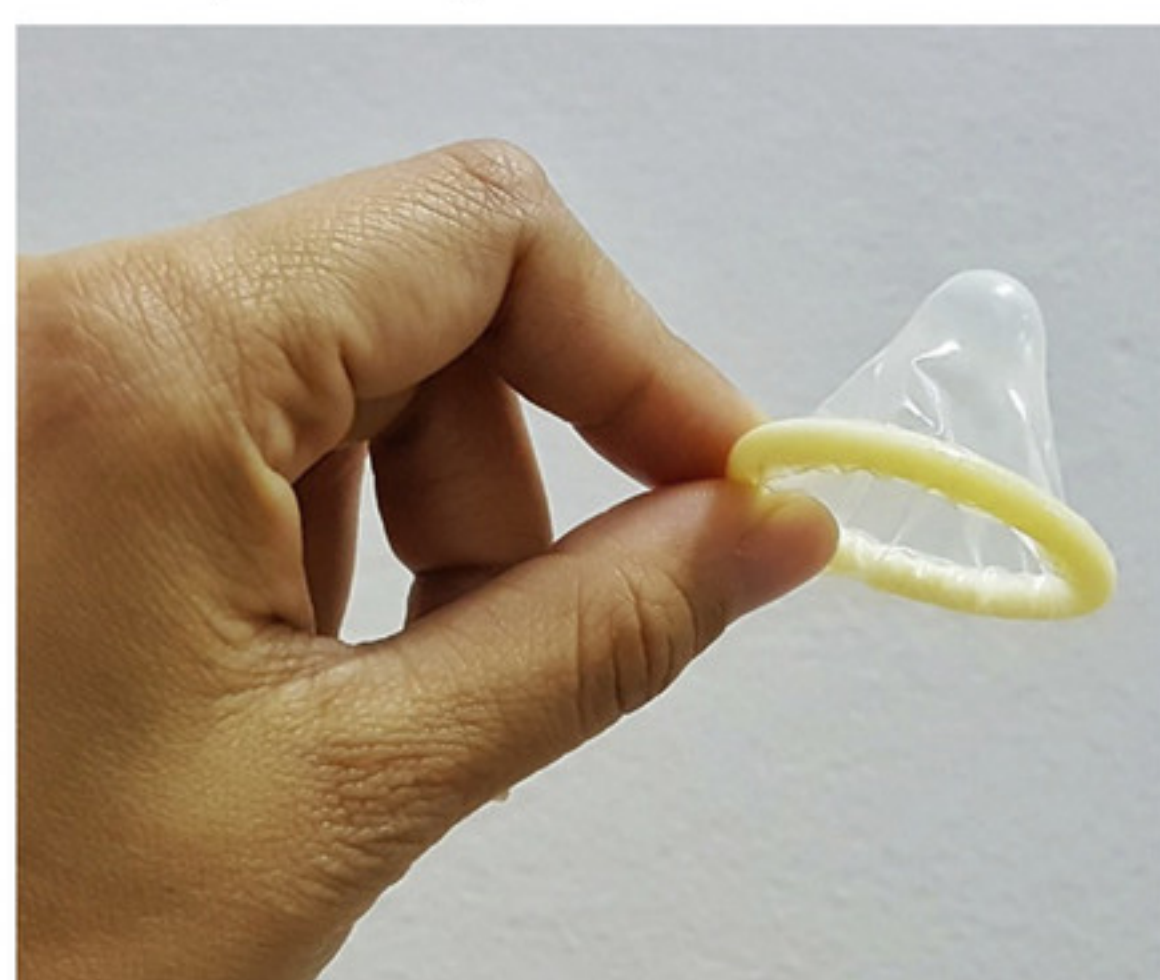
HET CONDOOM

Een **condoom** is een hoesje van dun rubber dat om de penis in erectie wordt geschoven (zie afbeelding 3 en 4). Het sperma wordt opgevangen in het condoom, zodat het niet in de vagina komt. Na gebruik controleer je of het condoom niet lek is geraakt. Daarna leg je er een knoop in en gooit hem in de vuilnisbak.

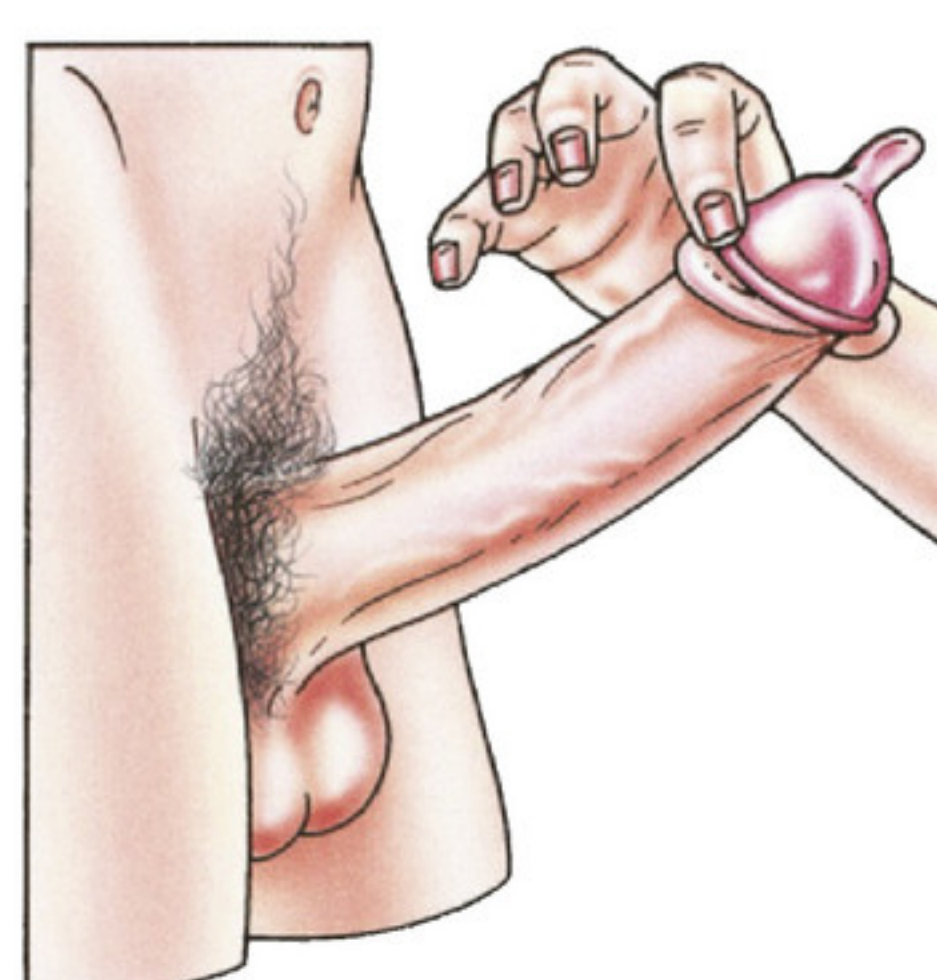
Afb. 3 Condooms koop je bij de drogist.



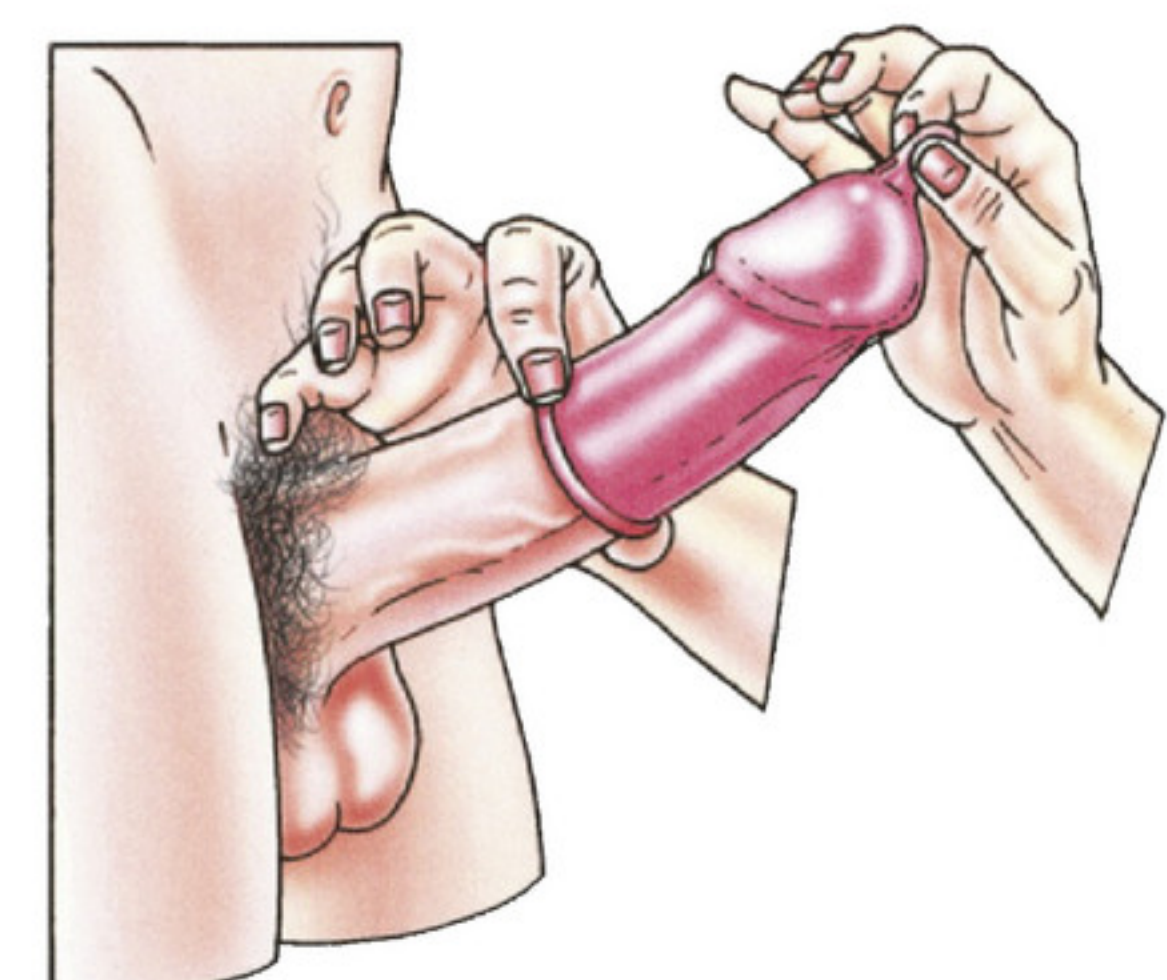
Afb. 4 Het gebruik van een condoom.



1 Haal het condoom uit de verpakking.



2 Plaats het condoom om de eikel.



3 Houd het topje van het condoom vast en rol met de andere hand het condoom over de penis.

Condooms zijn gemakkelijk, goedkoop en redelijk betrouwbaar. Een condoom mag je maar één keer gebruiken. Een nadeel is dat je het vrijen moet onderbreken om het condoom om te doen. Een voordeel is dat een condoom bescherming biedt tegen het overbrengen van ziekteverwekkers.

Gebruik alleen condooms met het CE-veiligheidskeurmerk (zie afbeelding 5). Let ook op de houdbaarheidsdatum op de verpakking. Funcondooms (zie afbeelding 6) zijn gemaakt voor de grap. Ze zijn niet geschikt om er veilig mee te vrijen.

Afb. 5 CE-keurmerk en houdbaarheidsdatum.



Afb. 6 Funcondoom (niet veilig).



DE PIL

De **pil** (**anticonceptiepil**) is het meest gebruikte voorbehoedsmiddel. In de pil zitten hormonen die voorkomen dat een vrouw zwanger wordt. De hormonen zorgen ervoor dat er geen eikel vrijkomt (geen ovulatie). Daarnaast maken de hormonen het slijm in de baarmoederhals dikker, waardoor zaadcellen er minder goed doorheen kunnen. Ook hebben de hormonen invloed op de baarmoederwand, waardoor een bevruchte eikel daar geen plaats vindt om te gaan groeien. De pil is een zeer betrouwbaar voorbehoedsmiddel.

De pil moet dagelijks worden ingenomen, meestal met een onderbreking van één week per vier weken. In de week waarin wordt gestopt, vindt een lichte menstruatie plaats. Daarom wordt de pil soms ook voorgeschreven aan meisjes of vrouwen met een erg pijnlijke of onregelmatige menstruatie.

De tabletten zitten in een strip waarop de dagen van de week zijn aangegeven (zie afbeelding 7). Daardoor weet een vrouw het meteen als ze een dag vergeten is de pil in te nemen. Als je een pil vergeet, ben je tot de volgende menstruatie *niet* volledig beschermd tegen zwangerschap.

Als je voor het eerst de pil wilt gaan gebruiken, heb je een recept nodig van de huisarts. Daarna kun je de pil steeds halen bij de apotheek. De huisarts en de apotheek geven informatie over de werking en het gebruik van de pil.

Afb. 7 Verschillende anticonceptiepillen.



NOODMAATREGELEN

Soms gaat er iets mis. Een vrouw kan na de seks ontdekken dat ze is vergeten de pil in te nemen. Een condoom kan scheuren of afglijden. In zulke gevallen zijn er noodmaatregelen mogelijk om een zwangerschap te voorkomen. Ook als een vrouw is gedwongen tot geslachtsgemeenschap kan ze deze maatregelen toepassen.

De **morning-afterpil** is een pil die grote hoeveelheden hormonen bevat. De pil moet binnen drie dagen (72 uur) na de geslachtsgemeenschap worden geslikt. De morning-afterpil werkt het best als deze binnen twaalf uur na de geslachtsgemeenschap wordt geslikt. Een vrouw kan erg misselijk worden van de morning-afterpil. Ze moet dan opletten dat de pil niet door overgeven weer naar buiten komt. De morning-afterpil is zonder recept verkrijgbaar bij drogist en apotheek, maar mag niet te vaak worden gebruikt. Het is geen voorbehoedsmiddel, maar een noodmaatregel.

Wanneer een vrouw zwanger is, wordt ze niet ongesteld. Na de eerste dag waarop de menstruatie had moeten plaatsvinden, is ze **overtijd**. Om zeker te weten dat ze zwanger is, kan ze naar de huisarts gaan of een zwangerschapstest doen (zie afbeelding 8). Ze plast over het uiteinde van de stick. De test meet de hormonen in de urine en geeft aan of de vrouw zwanger is of niet.

Afb. 8 Zwangerschapstest.



Een vrouw die onbedoeld zwanger is geworden, kan ervoor kiezen de zwangerschap af te breken. Ze kiest dan voor een **abortus**. Ook medische redenen of praktische problemen kunnen aanleiding zijn om te kiezen voor een abortus. De Fiom (www.fiom.nl) kan helpen bij deze beslissing.

Als een vrouw minder dan zestien dagen overtijd is, kan een abortus direct plaatsvinden. Is ze langer overtijd, dan geldt een wettelijke bedenktijd van vijf dagen. De bedenktijd gaat in op het moment dat een vrouw haar keuze bespreekt met een (huis)arts.

Abortus is toegestaan tot de 24e week van de zwangerschap. In de praktijk houden artsen 22 weken aan. De methode hangt onder andere af van hoelang de vrouw zwanger is. Tot en met de 7e week kan een abortuspil worden geslikt. Vanaf de 8e week wordt de baarmoeder leeggezogen met een zuigpompje. Na de 13e week van de zwangerschap is de ingreep zwaarder.

In Nederland is abortus (onder voorwaarden) toegestaan, gratis en veilig. Dat is niet overal zo. Over abortus wordt namelijk heel verschillend gedacht. Sommige mensen vinden dat een vrouw zelf mag kiezen ('baas in eigen buik', zie afbeelding 9.1). Anderen noemen het moord op een ongeborn kind (zie afbeelding 9.2). Voor weer anderen hangt het ervan af hoe een vrouw zwanger is geraakt.

Afb. 9 Verschillende standpunten over abortus.



1



2

SOA

Er zijn ziekten die je alleen kunt krijgen via intiem lichamelijk contact met een besmet persoon. Deze ziekten noem je **seksueel overdraagbare aandoeningen (soa's)** of **geslachtsziekten**. Besmetting kan plaatsvinden door geslachtsgemeenschap en door ander seksueel contact tussen geslachtsorganen, mond of anus. Je kunt géén soa oplopen door een vies toilet of door te drinken uit het glas van een ander. De ziekteverwekkers van soa's gaan buiten het lichaam van een mens namelijk snel dood. De meest voorkomende soa in Nederland is chlamydia (zie tabel 1). Aids is misschien het meest bekend, maar komt veel minder vaak voor. Bij chlamydia is de ziekteverwekker een bacterie, bij aids een virus. Om te weten of je besmet bent met chlamydia, hiv of een andere soa, kun je een **soa-test** doen. Dat kan bij een soa-centrum van de GGD.

Tabel 1 Aantal diagnoses in Nederland in 2018.

Soa	Bij CSG's*	Bij de huisarts	Totaal
Chlamydia	21 021	39 800	60 821
Genitale wratten	1 314	41 900	43 214
Genitale herpes	426	25 800	26 226
Gonorroë	7 362	9 500	16 862
Syfilis	1 224	onbekend	(1224)
Hiv	249	onbekend	(249)
Hepatitis B en C	112	51 (huisarts + ziekenhuizen)	163

* CSG staat voor Centrum Seksuele Gezondheid, bijvoorbeeld bij de GGD of Sense.

Bron: RIVM, Sexually transmitted infections in the Netherlands in 2018.

CHLAMYDIA

De bacterie die **chlamydia** veroorzaakt, komt vooral voor bij mensen tussen 15 en 30 jaar. Bij twee derde van de besmette meisjes en bij de helft van de besmette jongens veroorzaakt de bacterie geen ziekteverschijnselen. Deze personen merken niets van de besmetting, maar kunnen chlamydia wel overdragen op mensen met wie ze seksueel contact hebben. De chlamydiabacterie kan een ontsteking veroorzaken van de anus, de baarmoedermond en de urinebuis. Een jongen merkt dat aan een (waterige) afscheiding uit de penis, pijn bij het plassen en pijn in de balzak. Een meisje merkt dat aan pijn bij het plassen, pijn bij het vrijen en pijn in de onderbuik. Als chlamydia niet tijdig wordt behandeld, kan de ontsteking uitbreiden naar de eileiders of bijballen. Een vrouw kan daardoor onvruchtbaar worden (ze kan dan geen kinderen krijgen).

HIV

Aids wordt veroorzaakt door een virus, **hiv** (human immunodeficiency virus). Iemand kan besmet zijn zonder dat er ziekteverschijnselen optreden. Als iemand besmet is met hiv, is diegene **seropositief**. Je kunt het virus oplopen door onveilige seks (zonder condoom) via bloed, sperma, vaginaal vocht of voorvocht van een besmette persoon.

Een seropositieve persoon moet zo snel mogelijk **hiv-remmers** slikken. Deze medicijnen remmen de vermenigvuldiging van het virus in het lichaam. Genezing van een hiv-infectie is niet mogelijk. Hoe later men start met hiv-remmers, hoe groter de kans om aids te krijgen. Aids kan dodelijk zijn.

Bij **aids** is het afweersysteem van de besmette persoon aangetast. Hierdoor wordt deze persoon vatbaar voor allerlei ziekten, zoals darm- en longontstekingen of huidkanker. Iemand met aids kan zelfs meerdere ziekten tegelijk krijgen. Aids heeft dus geen specifieke ziekteverschijnselen.

KENNIS**1**

- a** Wat is de functie van anticonceptiemiddelen?
- b** Vul de juiste tijdsduur in. Kies uit: *1 dag – 2 tot 3 dagen – 3 tot 4 dagen – 5 dagen*.
 - Eicellen leven
 - Zaadcellen leven in het lichaam van een vrouw
 - Bij periodieke onthouding heeft een stel geen geslachtsgemeenschap gedurende
- c** Bij periodieke onthouding heeft een stel geen geslachtsgemeenschap tijdens de *menstruatie / ovulatie / vruchtbare periode*. Deze manier van anticonceptie is *betrouwbaar / onbetrouwbaar*.
- d** Waardoor is coïtus interruptus geen betrouwbare manier van anticonceptie?
- e** Leg uit dat een man voldoende zelfbeheersing moet hebben voor coïtus interruptus.

2

- a** Condooms met het CE-veiligheidskeurmerk zijn *niet / redelijk / zeer* betrouwbaar.
- b** Hoe voorkomt de pil dat een vrouw zwanger wordt?
- c** Als een vrouw een pil vergeet, is ze tot de volgende menstruatie *wel / niet* volledig beschermd tegen zwangerschap.
- d** Nadat ze seks heeft gehad met haar vriend ontdekt Rosan dat ze de pil is vergeten te slikken. Als Rosan niet zwanger wil raken, moet ze de morning-afterpil slikken binnen dagen na de geslachtsgemeenschap.
- e** Abortus is toegestaan tot week van de zwangerschap.

3

- a** Chlamydia is de meest voorkomende soa in Nederland.
Leg uit waardoor chlamydia zo vaak voorkomt.
- b** Chlamydia wordt veroorzaakt door een *bacterie / virus*.
Aids wordt veroorzaakt door een *bacterie / virus*.
- c** Wanneer de afweer verzwakt is en het lichaam ziekteverwekkers niet goed meer kan bestrijden, is iemand besmet met *aids / chlamydia / gonorroe / hiv / syfilis*.
- d** Als iemand seropositief is, heeft die persoon *wel / geen* aids.
Medicijnen kunnen de ziekte *genezen / vertragen*.

4

Samenvatting

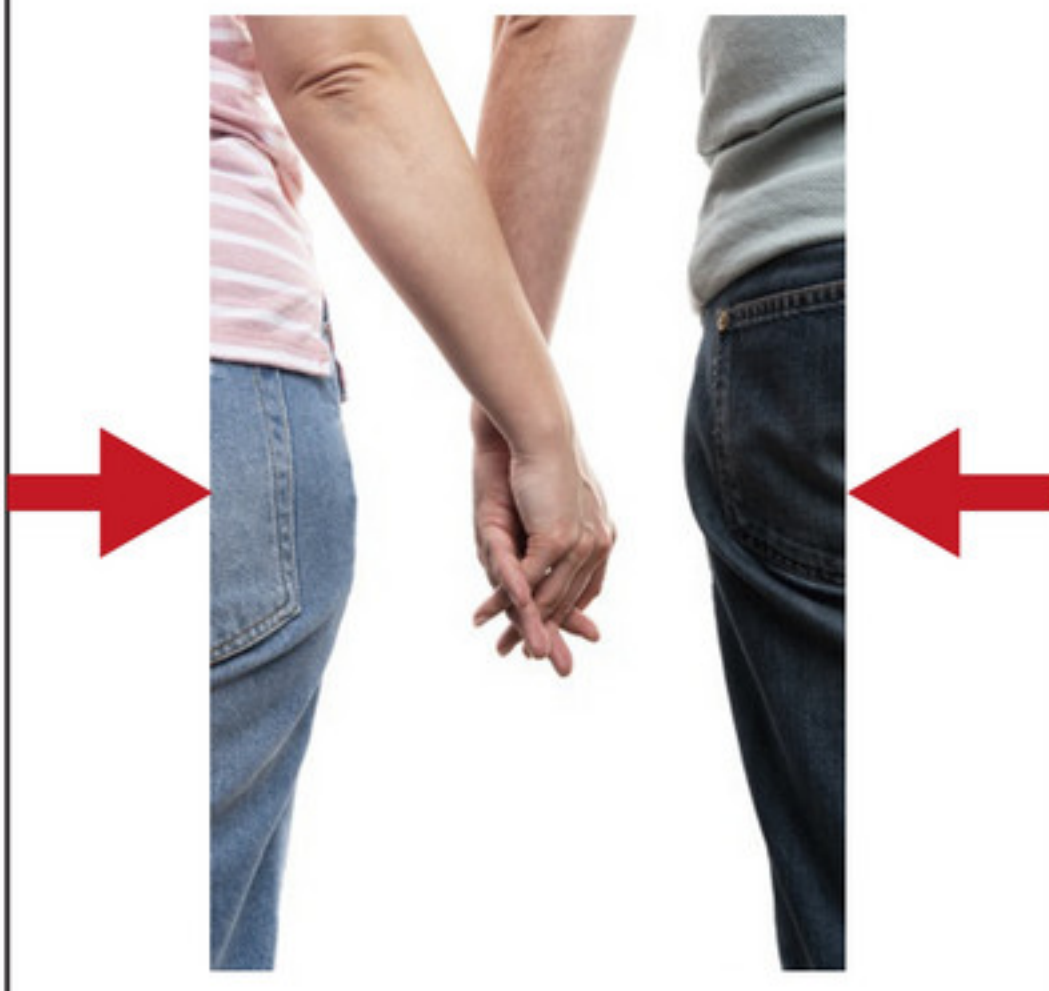
Vul afbeelding 10 in.



Afb. 10

Geboorteregeling:

- Onbetrouwbare methoden:
- Veelgebruikte methoden:
- Noodmaatregelen:



Soa's:

- Kun je alleen krijgen via:
- Voorkom je door:

Chlamydia:

- Kan bij vrouwen leiden tot:

Aids:

- Het afweersysteem:
- Besmetting:
- Seropositief:

INZICHT

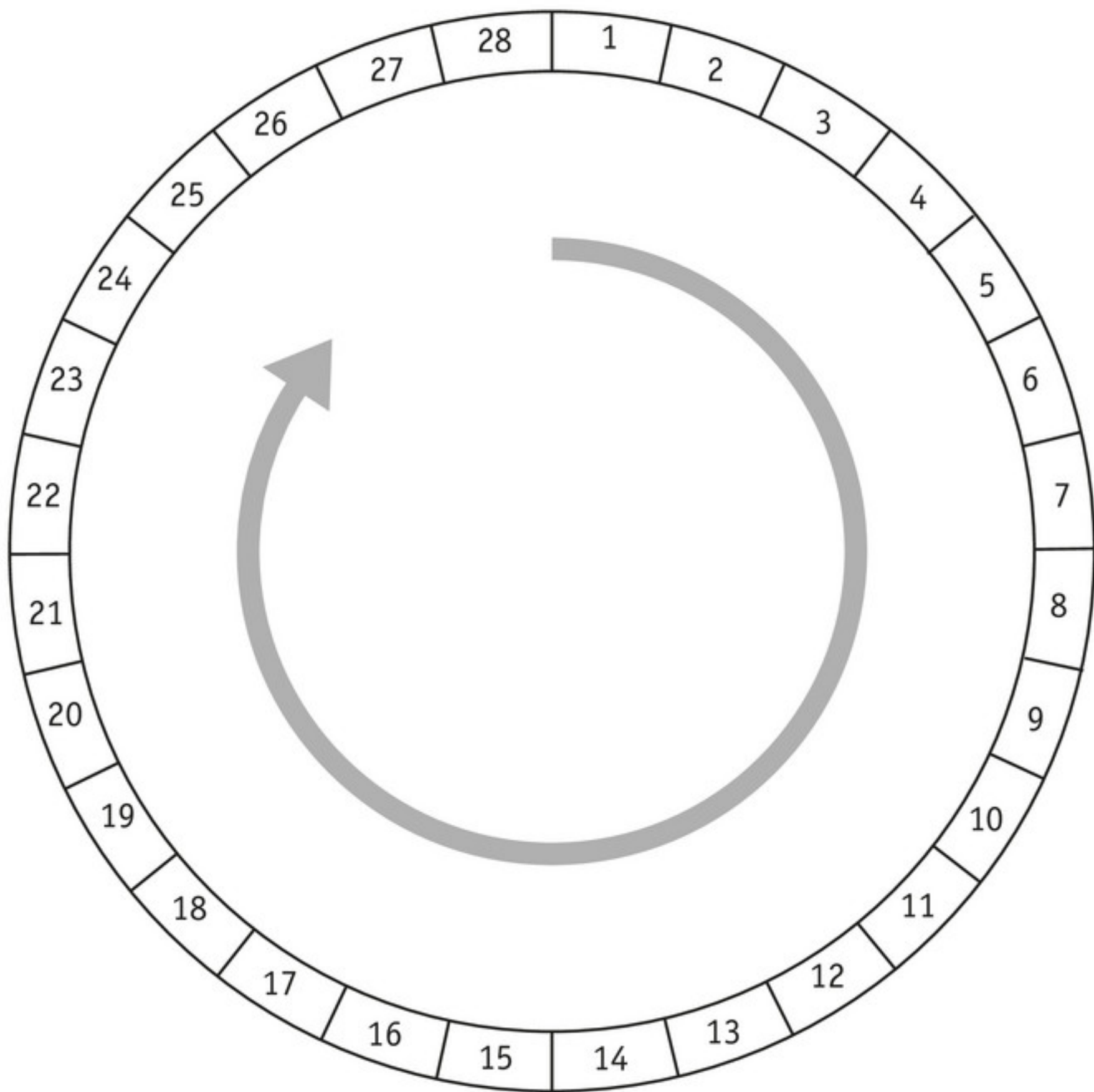
5

In afbeelding 11 is de menstruatiecyclus van een vrouw schematisch getekend. Haar cyclus is heel regelmatig en duurt steeds 28 dagen.



- a** De eerste vijf dagen is zij ongesteld. Kleur deze dagen rood.
- b** Kleur de dag waarop waarschijnlijk ovulatie plaatsvindt groen.
- c** Kleur de dagen waarop geslachtsgemeenschap kan leiden tot bevruchting van de eicel blauw. Geef deze dagen aan met: *vruchtbare periode*.
- d** Op dag 11 van de menstruatiecyclus heeft nog geen ovulatie plaatsgevonden. Leg uit waardoor geslachtsgemeenschap op dag 11 kan leiden tot bevruchting.

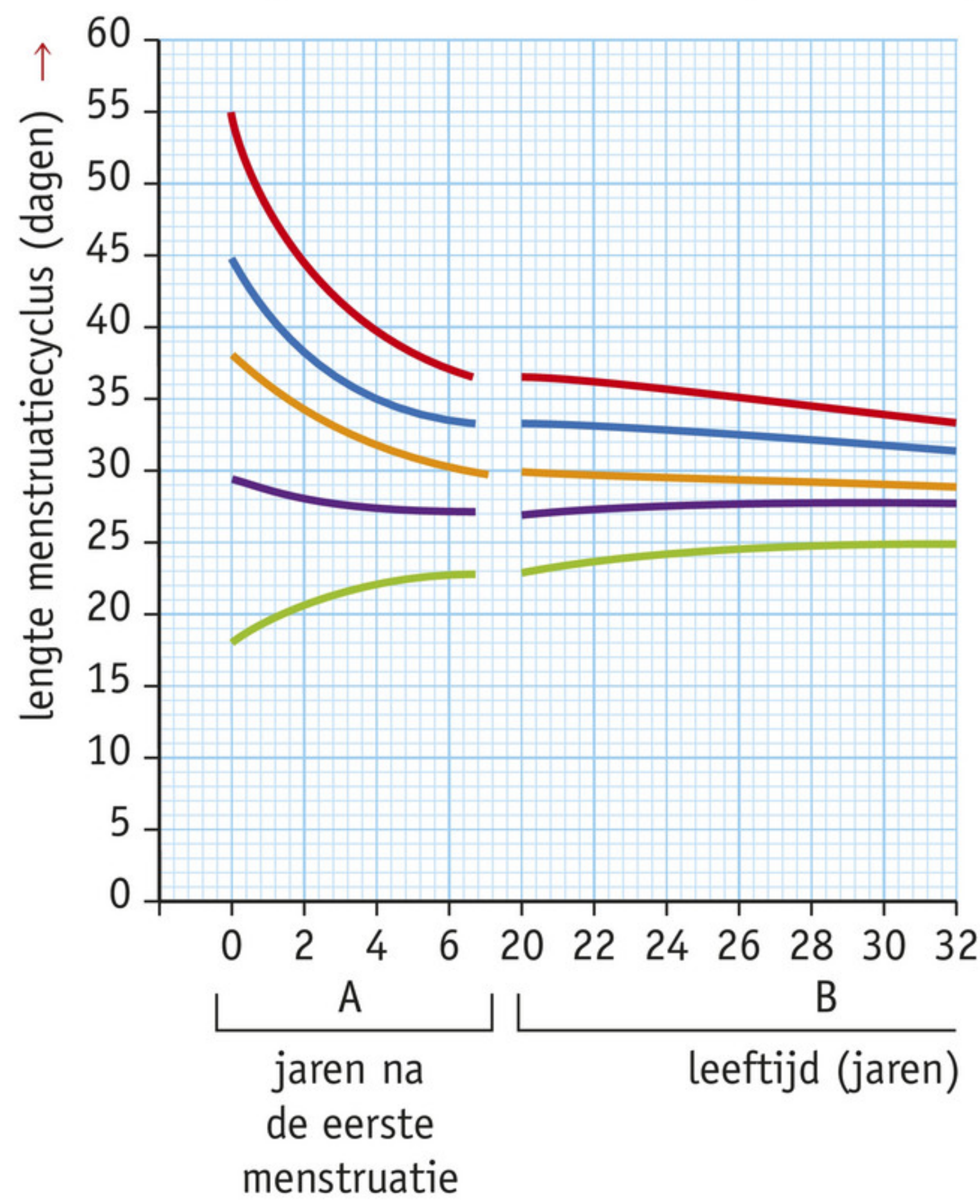
Afb. 11



6

- a** In afbeelding 12 is de lengte van de menstruatiecyclus van vijf vrouwen weergegeven. De lengte van de menstruatiecyclus verandert het meest op *16-jarige leeftijd / 32-jarige leeftijd*.
- b** Periodieke onthouding is op elke leeftijd onbetrouwbaar. Op welke leeftijd is periodieke onthouding het meest onbetrouwbaar: op 16-jarige leeftijd of op 32-jarige leeftijd? Leg je antwoord uit.

Afb. 12 Lengte van de menstruatiecyclus van vijf vrouwen.



7

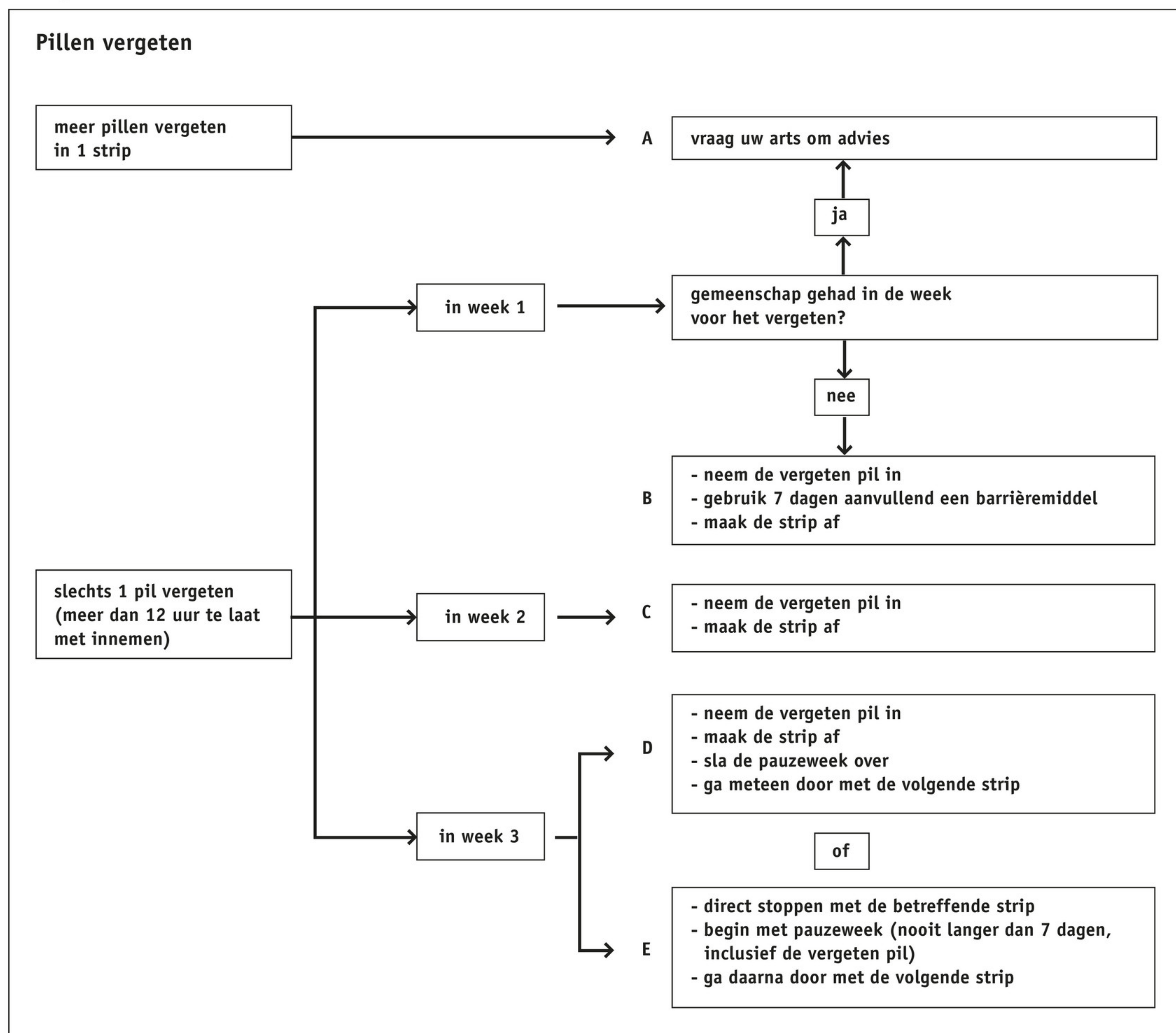
Er zijn verschillende soorten anticonceptiepillen verkrijgbaar. In afbeelding 13 zie je een deel van de bijsluiter van een bepaalde pil. Dit deel van de bijsluiter geeft aan wat een vrouw kan doen als ze een pil is vergeten.

In afbeelding 14 zie je drie vrouwen. Ze zijn alle drie een of meer pillen vergeten.

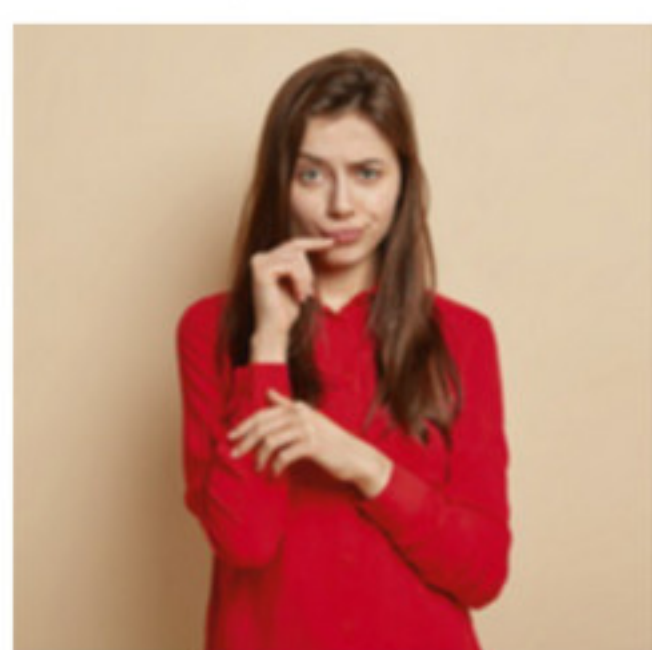
In het schema van afbeelding 13 staan vijf keuzen aangegeven met de letters A tot en met E.

- a** Welke keuze(n) kan ieder van deze vrouwen maken om zwangerschap te voorkomen?
- Lieve: *A / B / C / D / E*
- Wai Yan: *A / B / C / D / E*
- Suzy: *A / B / C / D / E*
- b** Wai Yan is bang dat ze zwanger is en is van plan om op dinsdag naar de huisarts te gaan.
- Is ze nog op tijd voor de morning-afterpil? Leg je antwoord uit.
- c** Voordat Wai Yan de pil gebruikte, ging ze ervan uit dat ze bij geslachtsgemeenschap de volgende dag altijd nog de morning-afterpil kon halen.
- Waarom is dit niet verstandig?
- d** Jantie blijkt negen weken zwanger te zijn. De zwangerschap is ongewenst. Ze ondergaat abortus met een zuigpompje.
- Welke delen worden weggezogen uit de baarmoeder?

Afb. 13



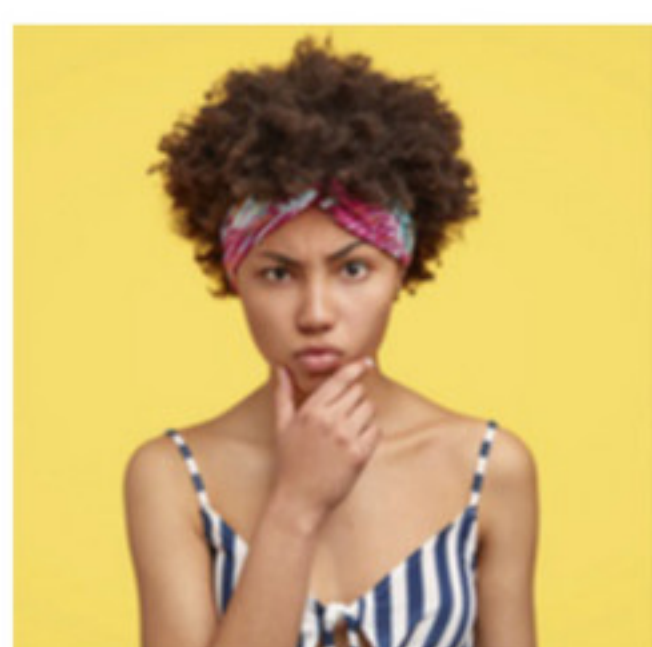
Afb. 14



Op maandagavond ontdekt Lieve dat ze zondagavond de pil is vergeten. De afgelopen weken heeft ze geen geslachtsgemeenschap gehad.



Op maandagavond ontdekt Wai Yan dat ze zaterdagavond en zondagavond de pil is vergeten terwijl ze op zondagavond geslachtsgemeenschap had.



Op maandagavond ontdekt Suzy dat ze zondagavond de pil is vergeten. Op de vrijdag ervoor heeft ze geslachtsgemeenschap gehad.

8

- a** De organisatie Soa Aids Nederland richt zich op de seksuele gezondheid van jongeren.

Welke actie past bij welk probleem?

- | | | | |
|--|-----------------------|---|-----------------------|
| A Chlamydia is de meest voorkomende soa onder jongeren. | ☐ | 1 aandacht voor het voorkomen van zwangerschap | ☐ |
| B In 2018 kregen 1984 meisjes onder de 20 jaar een kind. | ☐ | 2 gratis testmogelijkheid op chlamydia voor jongeren tot 25 jaar | ☐ |
| C Veel meisjes hebben ervaring met grensoverschrijdend gedrag. | ☐ | 3 jong aanleren van seksueel gezond gedrag, zoals condoomgebruik om soa's te voorkomen | ☐ |
| D Voor een op de drie jongeren komt de eerste keer onverwacht. | ☐ | 4 stimuleren van weerbaarheid onder jongeren en het bevorderen van gezond seksueel gedrag | ☐ |

- b** Over soa's bestaan allerlei fabels.

Welke beweringen zijn juist?

- ☐ A Als je een keer een soa hebt gehad, krijg je diezelfde soa nooit meer.
- ☐ B Als je partner een soa heeft, zie je dat meteen.
- ☐ C Een soa gaat vanzelf over.
- ☐ D Je kunt een ander besmetten met een soa als je zelf geen klachten hebt.
- ☐ E Lesbische meisjes kunnen elkaar niet besmetten met een soa.
- ☐ F Van een soa kun je onvruchtbaar worden.

+ 9

Lees de tekst 'hCG' in afbeelding 15.

- a** Tot 1969 bepaalden kikkers of een vrouw zwanger was (de kikkerproef). Mannelijke kikkers kregen urine van mogelijk zwangere vrouwen ingespoten. Als een vrouw zwanger was, produceerde de kikker drie uur later zaadcellen.

Leg uit hoe dit kan.

- b** In het lichaam van sommige zwangere vrouwen wordt niet voldoende hCG aangemaakt.

Welke gevolgen kan dit hebben voor de bevruchte eicel?

- c** In de grafiek zijn de veranderingen weergegeven in de hoeveelheid hCG in het bloed van een zwangere vrouw. Vier tijdstippen worden met een letter aangegeven.

Leg uit waardoor de productie van hCG begint op tijdstip T.

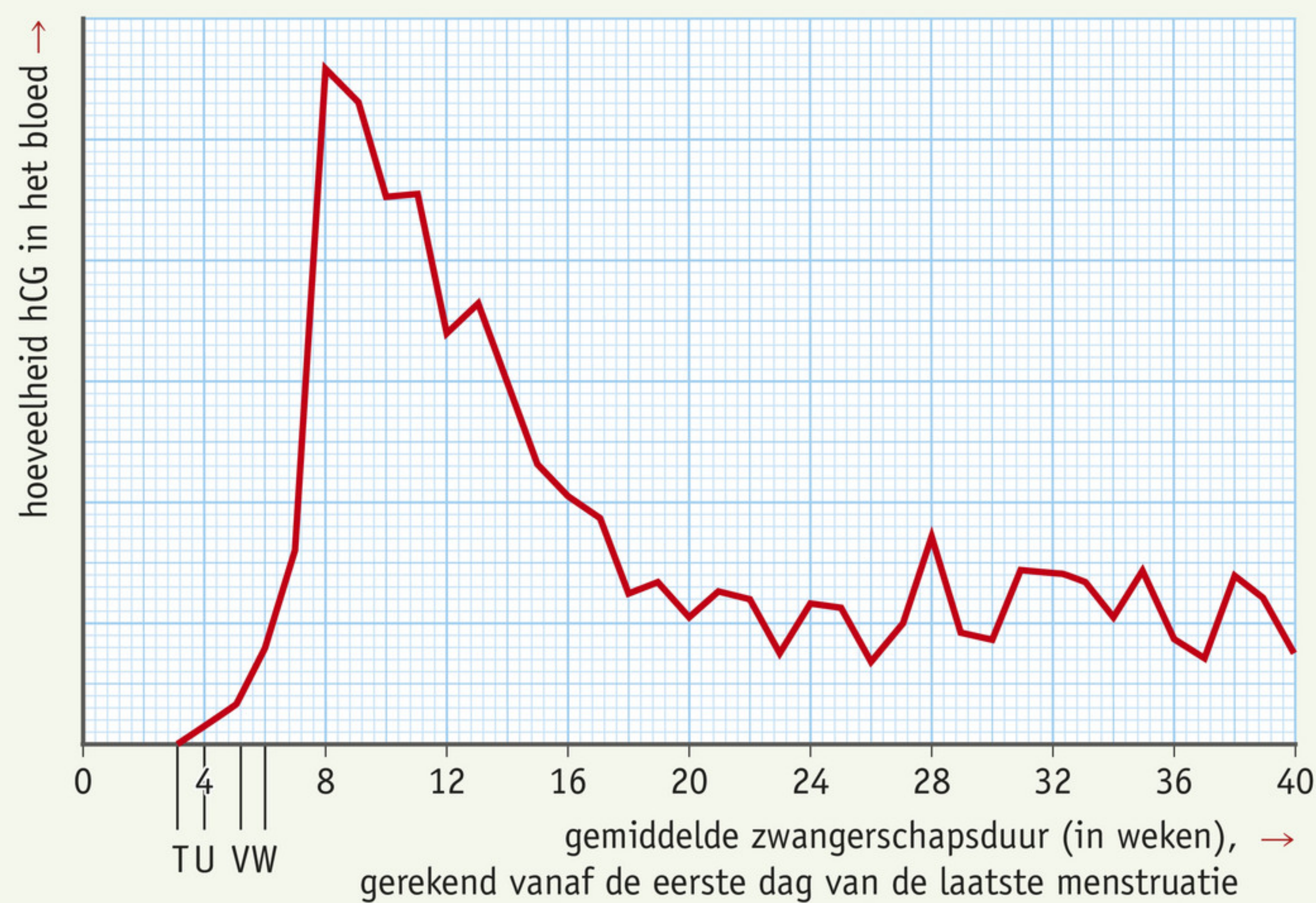
- d** Een zwangerschapstest kan hCG in je urine meten vanaf ongeveer 28 dagen nadat je laatste menstruatie is begonnen, maar geadviseerd wordt om pas na vijf weken een test te doen.

Leg met behulp van de informatie in de grafiek uit waarom je beter na vijf weken een zwangerschapstest kunt doen.

Afb. 15

hCG

Als een vrouw het hormoon hCG in haar bloed of urine heeft, is dat een bewijs dat ze zwanger is. hCG wordt ook wel het zwangerschapshormoon genoemd. Vanaf het begin van de zwangerschap wordt het aangemaakt door de bevruchte eicel. Met een zwangerschapstest kan hCG in de urine van een zwangere vrouw worden aangetoond. hCG zorgt ervoor dat er geen eicellen meer rijpen in de eierstok. Het zorgt er ook voor dat er geen menstruatie optreedt waarbij het baarmoederslijmvlies wordt afgestoten.



SAMENHANG leefwereld

CONDOOMS PASSEN OP UTRECHT CENTRAAL

Soa Aids Nederland opende op station Utrecht Centraal in 2018 de eerste pop-upcondoomwinkel ter wereld waar je ook condooms kon passen. Met een paskamer, een condoomadviseur, een ruim assortiment condooms en een hulpmiddel om de eigen maat te checken.

Met de pop-upcondoomwinkel vroeg Soa Aids Nederland aandacht voor het gebruik van condooms. Dat is hard nodig, want onder seksueel actieve jongeren is het gebruik van condooms sterk afgenomen. In 2009 gebruikte 80% van de jongeren nog een condoom bij een nieuwe partner, in 2017 slechts 55%. Ook is er onder jongeren een toename van het aantal losse partners. Er wordt steeds vaker getest op soa's en een op de vijf mensen blijkt dan ook echt besmet.

Afb. 16 De pop-upcondoomwinkel op Utrecht Centraal.



10

Lees de tekst 'Condooms passen op Utrecht Centraal'.

- a** Onder jongeren is er een toename van het aantal losse partners.
Waarom zorgt dit in combinatie met het dalende condoomgebruik voor een stijging van het aantal soa-besmettingen?
- b** Condooms beschermen niet 100% tegen alle soa's. Zo kun je genitale herpes en genitale wratten krijgen of doorgeven.
Leg uit hoe dat kan, als je ervan uitgaat dat het condoom heel blijft.
- c** Veel vrouwen die de pil slikken en geen vaste partner hebben, gebruiken toch een condoom. Waarom is dit verstandig?
- d** Als een man geslachtsgemeenschap heeft met een vrouw en daarbij een condoom gebruikt, moet hij meteen na het klaarkomen zijn penis terugtrekken uit de vagina. Leg uit waarom dat nodig is.

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

6 Zwangerschap

LEERDOELEN

4.6.12 Je kunt beschrijven hoe de bevruchting bij de mens verloopt.

4.6.13 Je kunt beschrijven hoe een zwangerschap verloopt.

4.6.14 Je kunt uitleggen wat prenataal onderzoek is en hiervan voorbeelden noemen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	4.6.12	4.6.13	4.6.14	4.2.3*	4.3.5*	4.5.10*
Onthouden	1a	1cde, 2a				
Begrijpen	1b, 4, 5ab, 7b	1f, 2b, 4	3, 4, 10a			
Toepassen	5c, 6, 7d	5d	8b			
Analyseren	7ac	5e, 9	8a, 10c	10b	10b	10c

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

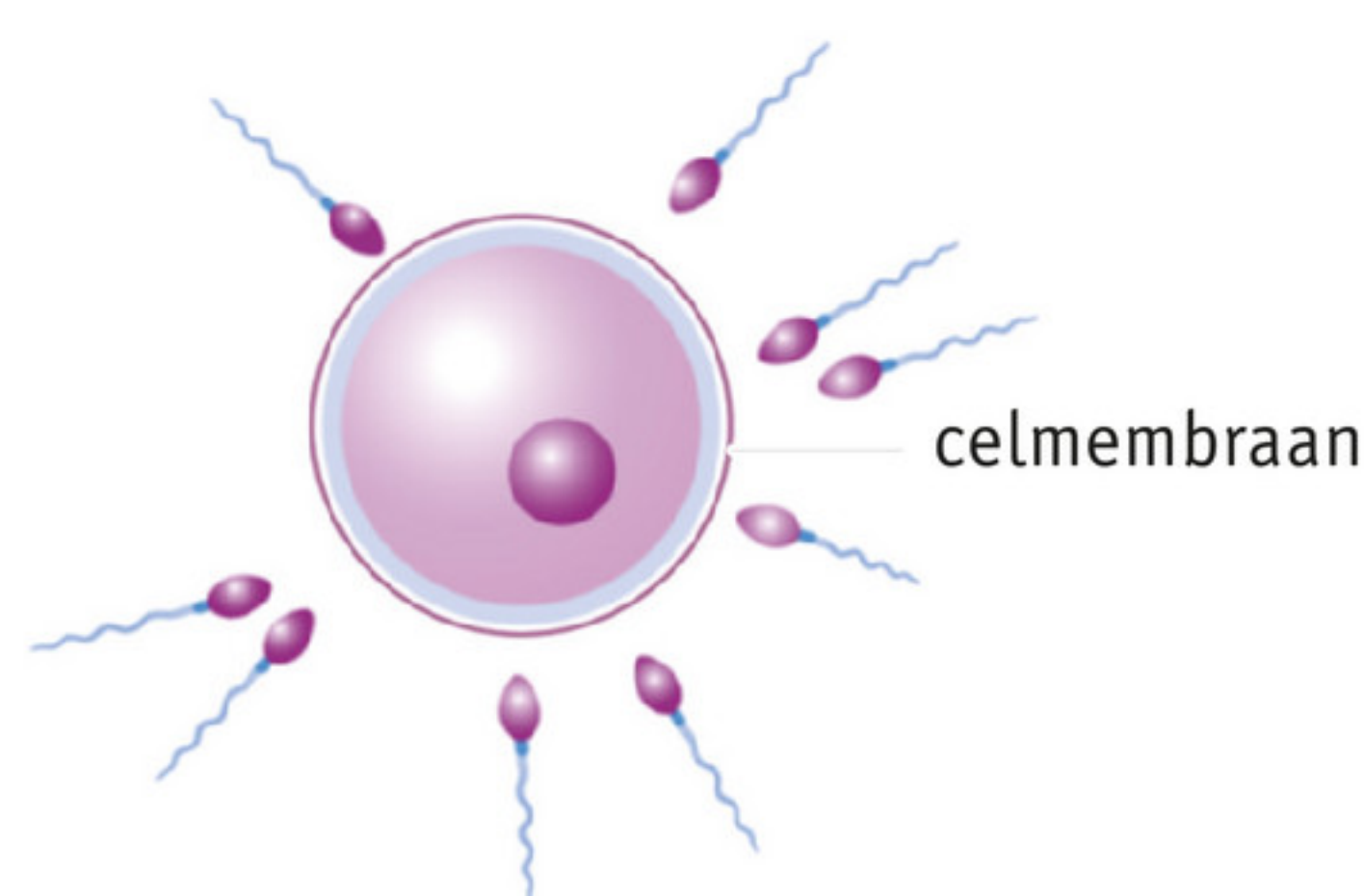
Als een zaadcel de eikel na de ovulatie bevrucht, kan de eikel in leven blijven. De bevruchte eikel kan in de baarmoeder uitgroeien tot een kind.

BEVRUCHTING

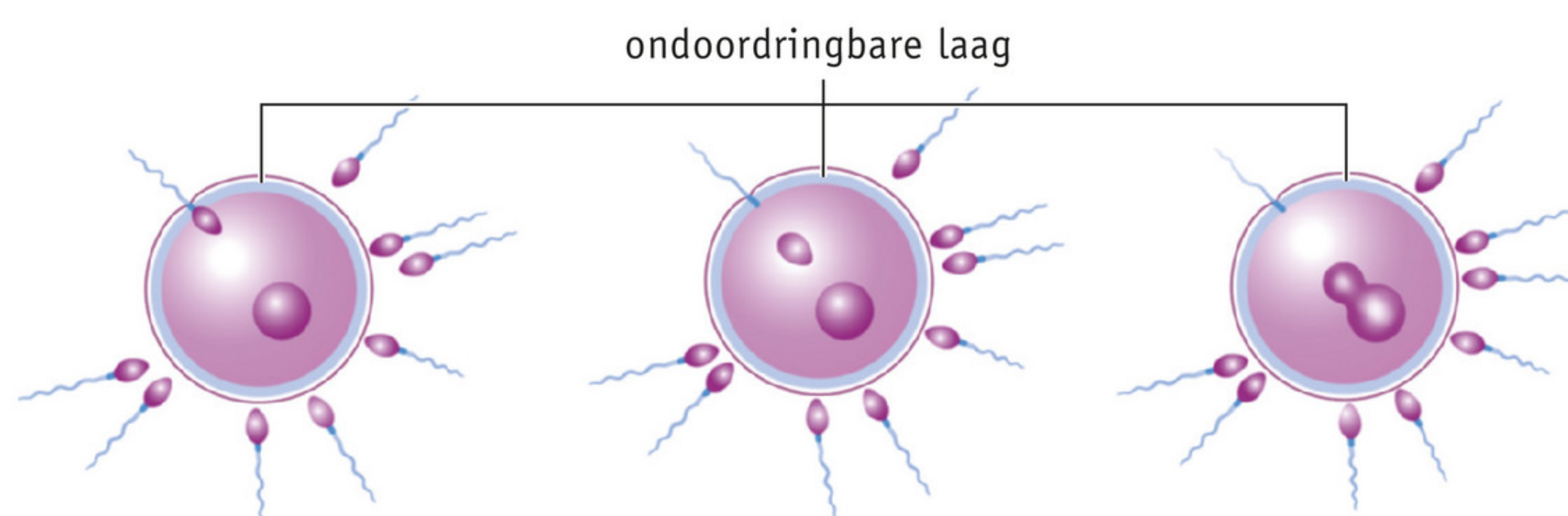
Bij geslachtsgemeenschap kan sperma in de vagina komen. De zaadcellen bewegen zich dan met behulp van hun zweepstaart in de richting van de baarmoeder en de eileiders. Komen ze daar een eikel tegen, dan kan deze worden bevrucht. De **bevruchting** van een eikel door een zaadcel vindt plaats in een eileider. Bij bevruchting versmelt de kern van een mannelijke geslachtscel met de kern van een vrouwelijke geslachtscel.

Bij bevruchting dringt de kop van een zaadcel de eikel binnen (zie afbeelding 1). De zweepstaart van de zaadcel blijft achter. Zodra de kop (kern) van een zaadcel de eikel is binnengedrongen, wordt de buitenste laag van de eikel ondoordringbaar. Hierdoor is het voor andere zaadcellen niet meer mogelijk deze eikel binnen te dringen.

Afb. 1 Bevruchting van een eikel (schematisch).



1 eikel omringd door zaadcellen



2 De kern van een van de zaadcellen dringt de eikel binnen.

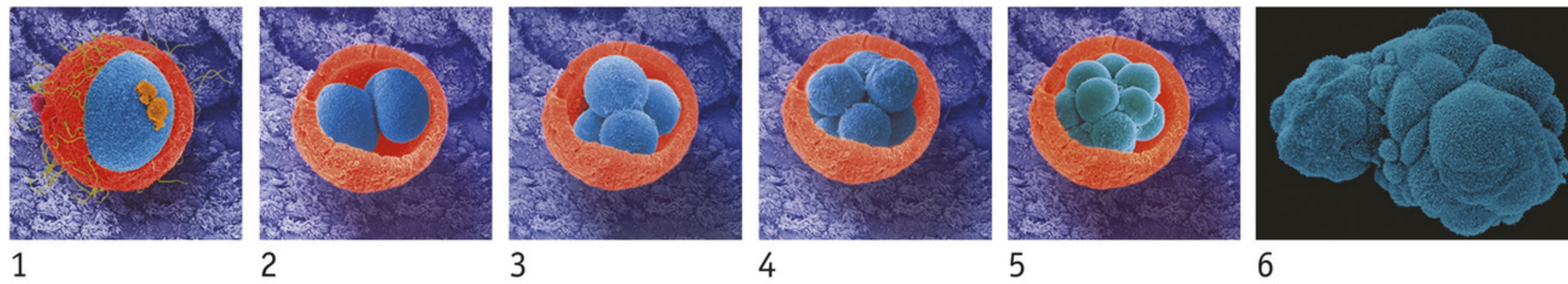
3 De kernen van de zaadcel en de eikel versmelten met elkaar (bevruchting).

INNESTELING

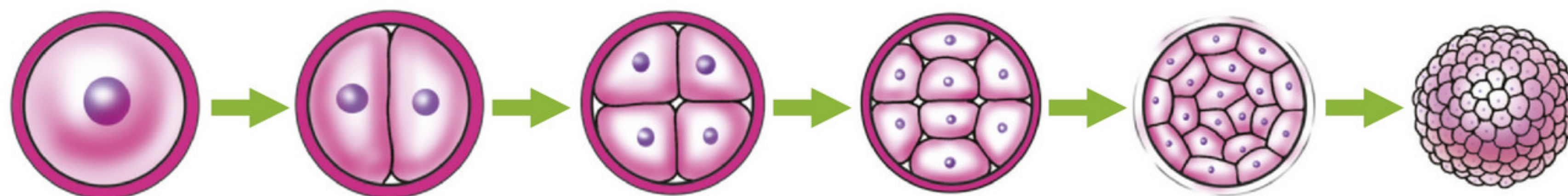
De bevruchte eicel gaat zich meteen een aantal keren delen (zie afbeelding 2). Het klompje cellen dat zo ontstaat, wordt via de eileider vervoerd naar de baarmoeder. Het baarmoederslijmvlies is na de ovulatie erg dik en bevat veel bloedvaten. Het klompje cellen zet zich vast in het slijmvlies van de baarmoeder. Dat heet **innesteling** (zie afbeelding 3). Het baarmoederslijmvlies wordt dan niet afgestoten en er vindt geen menstruatie plaats. De vrouw is zwanger. Gedurende de zwangerschap wordt de vrouw niet ongesteld.

De innesteling van het klompje cellen vindt plaats vijf tot zeven dagen na de ovulatie. Het klompje cellen groeit uit tot een kind. Het kind wordt ongeveer 38 weken na de bevruchting geboren.

Afb. 2 De eerste delingen van de bevruchte eicel.

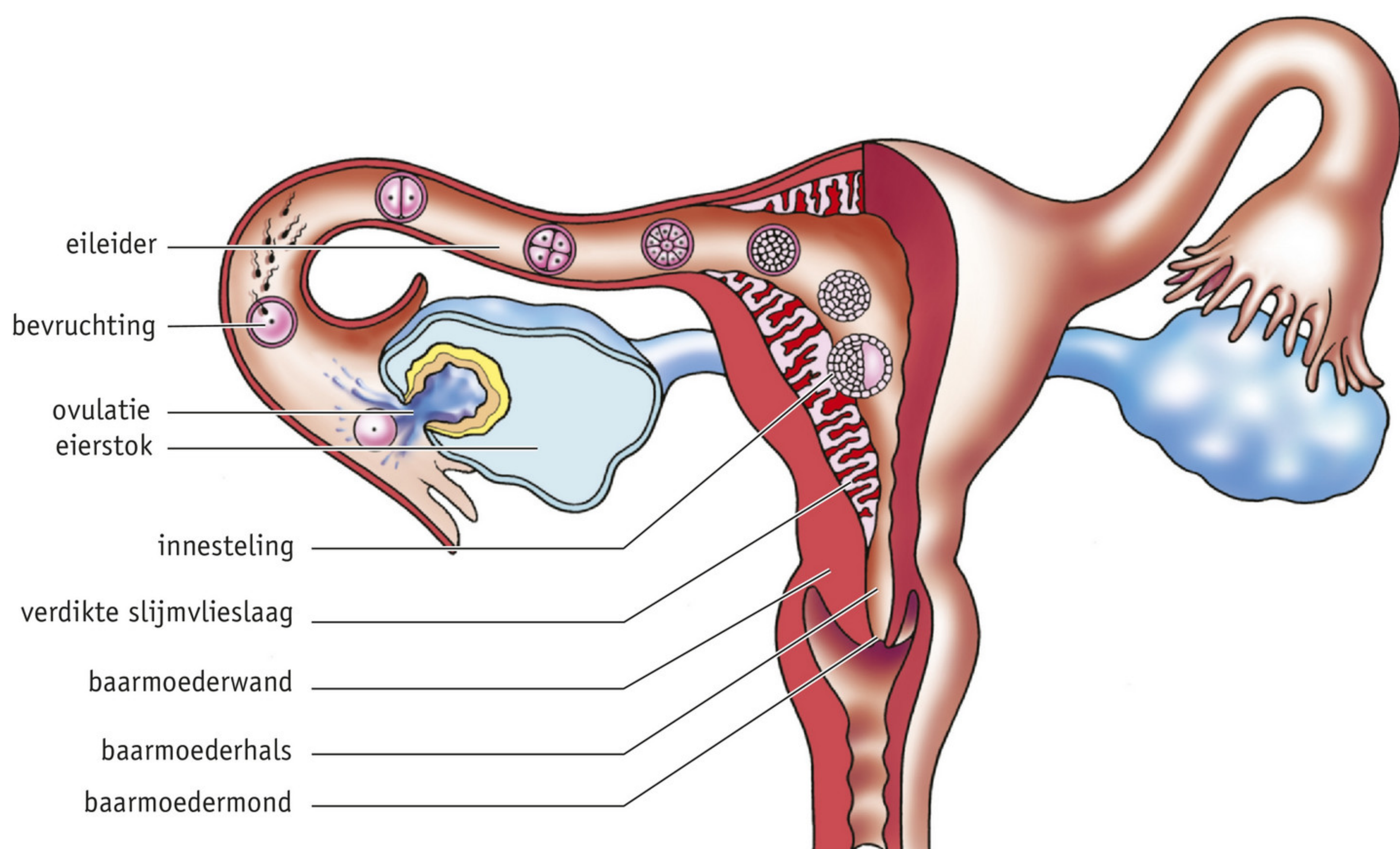


1 microscopische foto's



2 schematische tekening

Afb. 3 Vervoer van het klompje cellen naar de baarmoeder en innesteling in het baarmoederslijmvlies.

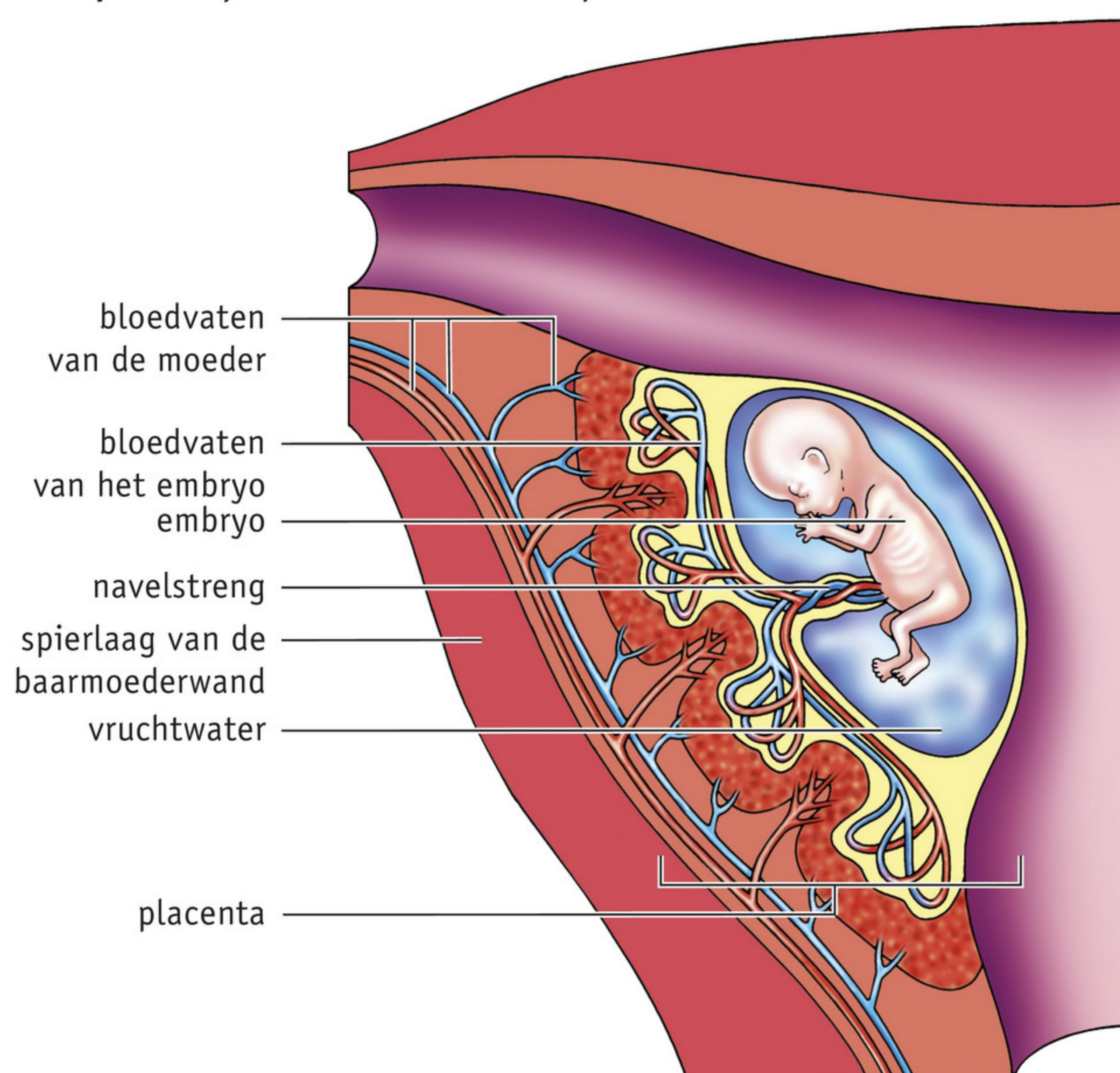


ZWANGERSCHAP

Het kind dat zich in de baarmoeder ontwikkelt, heet de eerste weken **embryo**. Vanaf de achtste week na de bevruchting tot aan de geboorte noem je het een **foetus**. De eerste weken van de zwangerschap zorgt het baarmoederslijmvlies voor de voeding van het embryo. Daarna ontstaat de **placenta** of **moederkoek** (zie afbeelding 4). Dat is een speciaal deel van de baarmoederwand waar bloed in bloedvaten van het embryo vlak langs het bloed van de moeder stroomt. Hierdoor kunnen stoffen worden uitgewisseld van het bloed van de moeder naar het bloed van het embryo en omgekeerd. Het bloed van de moeder stroomt niet **door** het embryo, maar blijft door dunne vliezen gescheiden van het bloed van het embryo.

Het embryo is door de **navelstreng** verbonden met de placenta. Zuurstof en voedingsstoffen gaan van het bloed van de moeder naar het bloed van het embryo. Afvalstoffen gaan van het bloed van het embryo naar het bloed van de moeder.

Afb. 4 Embryo in het baarmoederslijmvlies.



Om de foetus liggen twee **vruchtvliezen**. Daarbinnen bevindt zich vloeistof: het **vruchtwater** (zie afbeelding 5). De foetus drijft in het vruchtwater. Hierdoor wordt het beschermd tegen stoten, tegen uitdroging en tegen wisseling van de temperatuur. Bovendien kan de foetus zich hierin gemakkelijk bewegen. Na negen maanden zwangerschap is de baby ‘klaar’ om geboren te worden.

Afb. 5 Verschillende stadia in de ontwikkeling van een ongeboren kind.



1 embryo, zes weken oud



2 foetus, acht weken oud



3 foetus, twaalf weken oud



4 foetus, vijf maanden oud

ECHOGRAFIE EN PRENATAAL ONDERZOEK

Als een vrouw ongeveer tien weken zwanger is, wordt meestal een **echo** (echografie) gemaakt. Met behulp van geluidsgolven ontstaat een beeld van de foetus in de baarmoeder (zie afbeelding 6). Aan de hand van deze echo kan de verloskundige bepalen hoelang de vrouw precies zwanger is en wanneer het kind dus ongeveer geboren zal worden.

Tijdens de zwangerschap kan worden onderzocht of de moeder een grotere kans heeft op een kind met een aangeboren afwijking of erfelijke ziekte. Dit noem je **prenataal onderzoek** (pre = voor, nataal = de geboorte). Ook kan het geslacht van de baby worden bepaald. Prenatale tests zijn niet verplicht.

De eerste prenatale test die een moeder krijgt aangeboden, is de **combinatietest**. Deze vindt plaats tussen de negende en de veertiende week van de zwangerschap. Met de combinatietest wordt vastgesteld of er een kans is op een kindje met downsyndroom. De test bestaat uit een bloedonderzoek bij de moeder en een nekplooiemeting bij de foetus. De meting van de nekplooi wordt gedaan met een echo. Met de resultaten van beide tests wordt berekend of er een verhoogde kans is op een kind met downsyndroom.

Sinds 2017 kan een zwangere vrouw in Nederland ook kiezen voor de NIPT, maar alleen als ze deelneemt aan een wetenschappelijk onderzoek. **NIPT** staat voor niet-invasieve prenatale test. Bij de moeder wordt bloed afgenomen en onderzocht. In het bloed zit een beetje DNA van de placenta. Dit is bijna altijd hetzelfde DNA als dat van het kind. Uit het bloedonderzoek kan blijken dat er een verhoogde kans is op een kind met een erfelijke ziekte. De NIPT is mogelijk na elf weken zwangerschap.

Na ongeveer twintig weken zwangerschap kan nogmaals een echo worden gemaakt. Bij deze **20-wekenecho** wordt de foetus onderzocht op verschillende aangeboren afwijkingen aan het hart, de hersenen, de organen en de ledematen. Ook kan het geslacht van de foetus worden bepaald.

Naast de (gratis) echo's die nodig zijn voor onderzoek aan de foetus kunnen aanstaande ouders ook een **pretecho** laten maken. Een pretecho dient alleen om de foetus alvast te zien. Dat kan ook in 3D (zie afbeelding 6.2) of 4D (een filmpje).

Afb. 6 Echo's.



1 20-wekenecho



2 pretecho

KENNIS

1

- a** Hoe komt het dat een eicel slechts door één zaadcel kan worden bevrucht?
- b** Zet de gebeurtenissen die leiden tot bevruchting in de juiste volgorde.
- Bij geslachtsgemeenschap komen zaadcellen in de vagina.
- De buitenste laag van de eicel wordt ondoordringbaar voor andere zaadcellen.
- De kernen van de zaadcel en de eicel versmelten met elkaar (bevruchting).
- De kop van een zaadcel dringt een eicel binnen.
- Zaadcellen bewegen vanuit de baarmoeder naar een eileider.
- Zaadcellen bewegen vanuit de vagina naar de baarmoeder.
- c** Een klompje cellen groeit uit tot *embryo* / *foetus*. Na acht weken wordt het *embryo* / *foetus* genoemd.
- d** Wat zorgt na een aantal weken voor de voeding van het embryo?
- ☐ A baarmoederslijmvlies
- ☐ B placenta
- ☐ C reservevoedsel in de eicel
- e** Tijdens een zwangerschap treden *wel* / *geen* ovulaties en *wel* / *geen* menstruaties op.
- f** Het embryo is door de navelstreng verbonden met de placenta. In welke richting worden zuurstof, voedingsstoffen en afvalstoffen getransporteerd in de bloedvaten in de navelstreng?

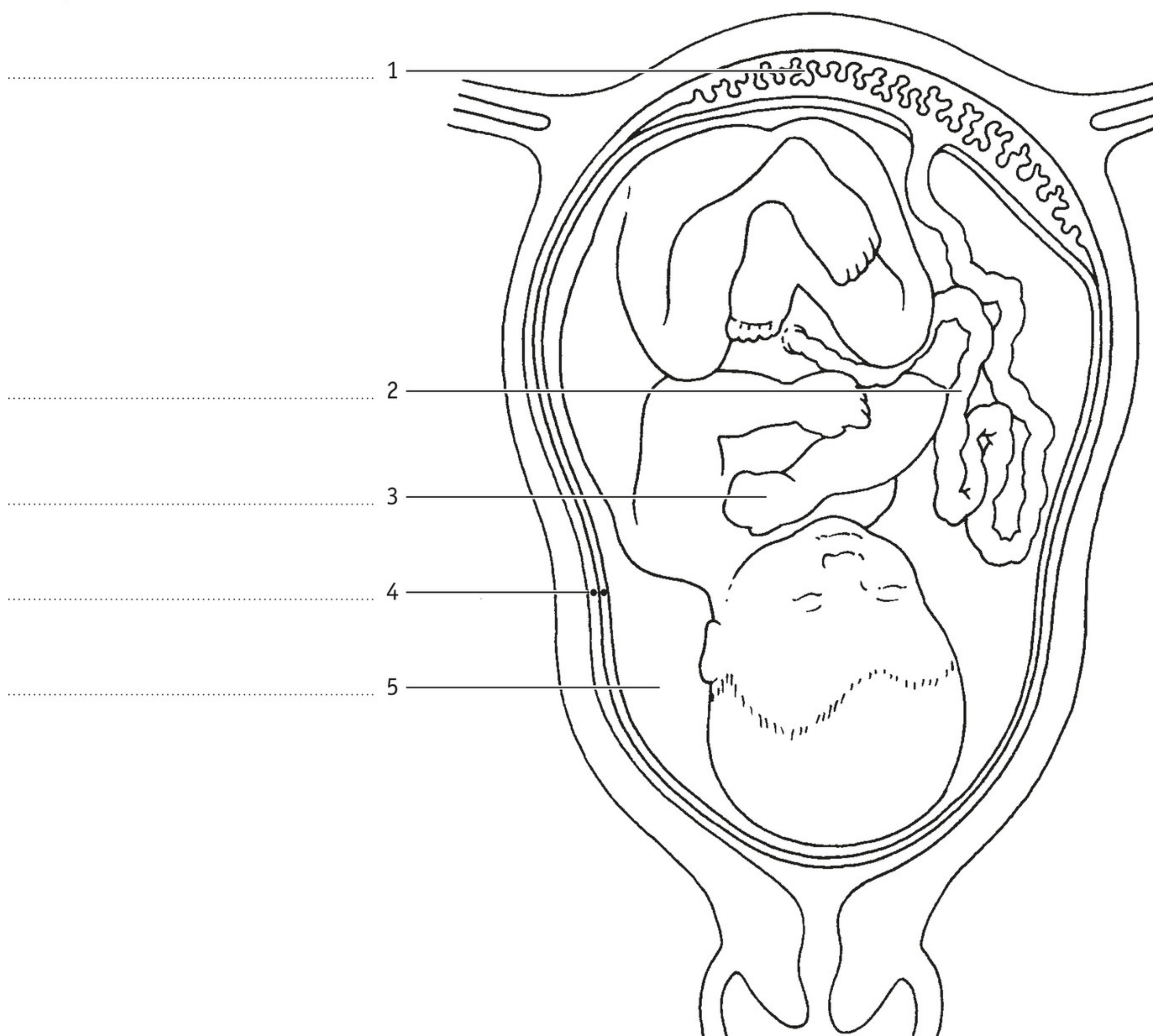
2



In afbeelding 7 zie je een tekening van een foetus in een baarmoeder.

- a** Zet de namen bij de genummerde delen.
- b** Kleur de delen in de tekening. Geef elk deel een andere kleur.

Afb. 7



3

Welk prenataal onderzoek hoort bij de beschrijving?

- | | | | | |
|---|--|-----------------------|---|----------------|
| A | Bloed met DNA van de placenta wordt bij de moeder afgenomen en onderzocht. | ☐ | 1 | combinatietest |
| B | Er vindt een bloedonderzoek en een nekplooiemeting plaats. | ☐ | 2 | echografie |
| C | Met geluidsgolven wordt een beeld gemaakt van de foetus in de baarmoeder. | ☐ | 3 | NIPT |

4

Samenvatting

Maak de infographic in afbeelding 8 af.



Afb. 8

Innesteling:

Voeding:

- eerste weken:
- daarna:

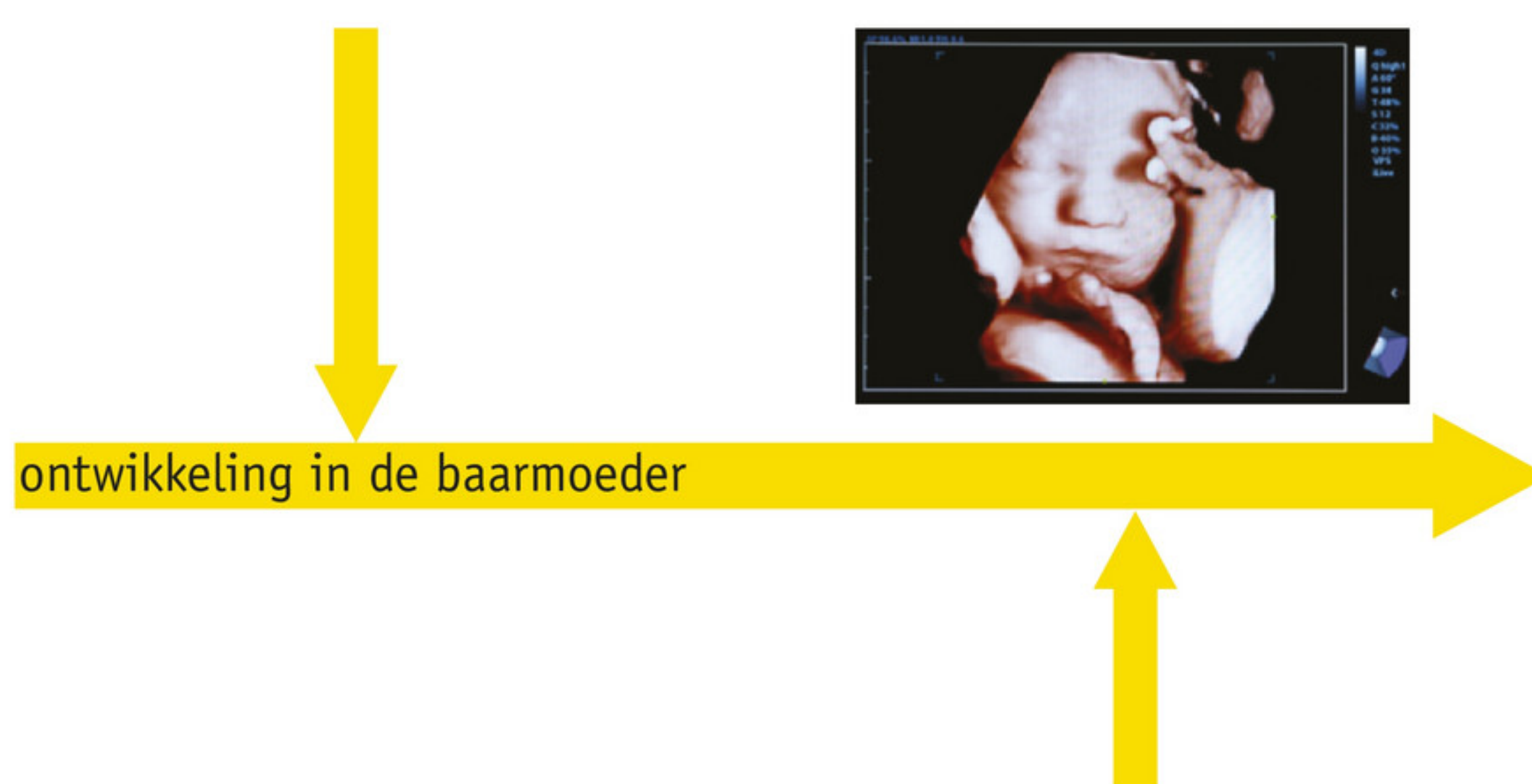
Via bloed in de navelstreng gaan:

Twee vruchtvliezen en vruchtwater:



Bevruchting:

Een eikel kan maar door één zaadcel worden bevrucht doordat:



Prenataal onderzoek:

INZICHT

5

Op de kalender van afbeelding 9 heeft Roos aangegeven wanneer ze ongesteld was. Ze menstrueert erg regelmatig: om de vier weken.

- Wanneer zou haar volgende menstruatie plaatsvinden?
 - ☐ A op 29 januari
 - ☐ B op 12 februari
 - ☐ C op 16 februari
- Wanneer vindt waarschijnlijk de ovulatie plaats?
 - ☐ A op 29 januari
 - ☐ B op 12 februari
 - ☐ C op 16 februari
- Roos heeft geslachtsgemeenschap en haar eikel wordt bevrucht.
In welke week vindt waarschijnlijk innesteling in het baarmoederslijmvlies plaats?
 - ☐ A in week 5
 - ☐ B in week 6
 - ☐ C in week 7
- De zwangerschap van Roos verloopt voorspoedig. Ze bevalt in de week van de uitgerekende datum.
In welke maand wordt het kind geboren?
 - ☐ A in september
 - ☐ B in oktober
 - ☐ C in november
- Een zwangerschap duurt (gemiddeld) veertig weken.
Is de baby van Roos bij geboorte ook veertig weken oud? Leg je antwoord uit.

Afb. 9

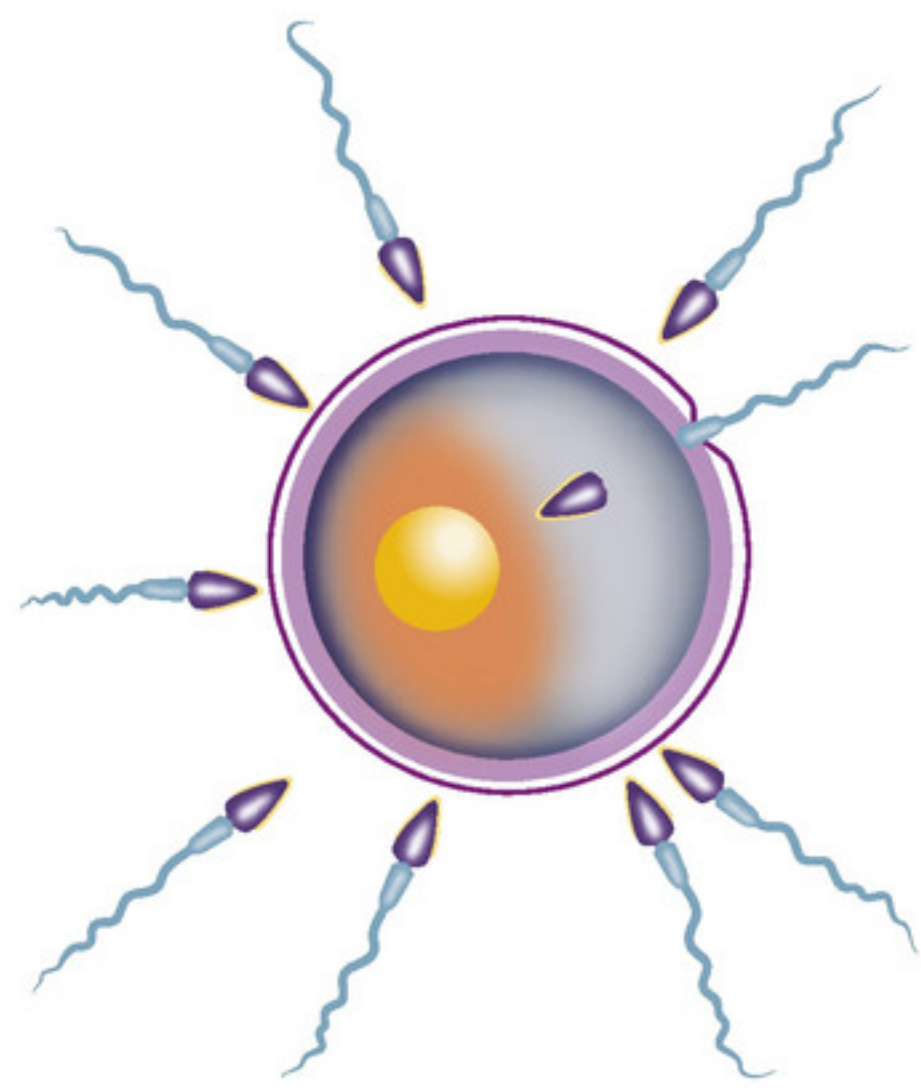
JAARKALENDER

	JANUARI					FEBRUARI					MAART					
week	1	2	3	4	5	5	6	7	8	9	9	10	11	12	13	14
ma		5	12	19	26		2	9	16	23		2	9	16	23	30
di		6	13	20	27		3	10	17	24		3	10	17	24	31
wo		7	14	21	28		4	11	18	25		4	11	18	25	
do	1	8	15	22	29		5	12	19	26		5	12	19	26	
vr	2	9	16	23	30		6	13	20	27		6	13	20	27	
za	3	10	17	24	31		7	14	21	28		7	14	21	28	
zo	4	11	18	25		1	8	15	22		1	8	15	22	29	

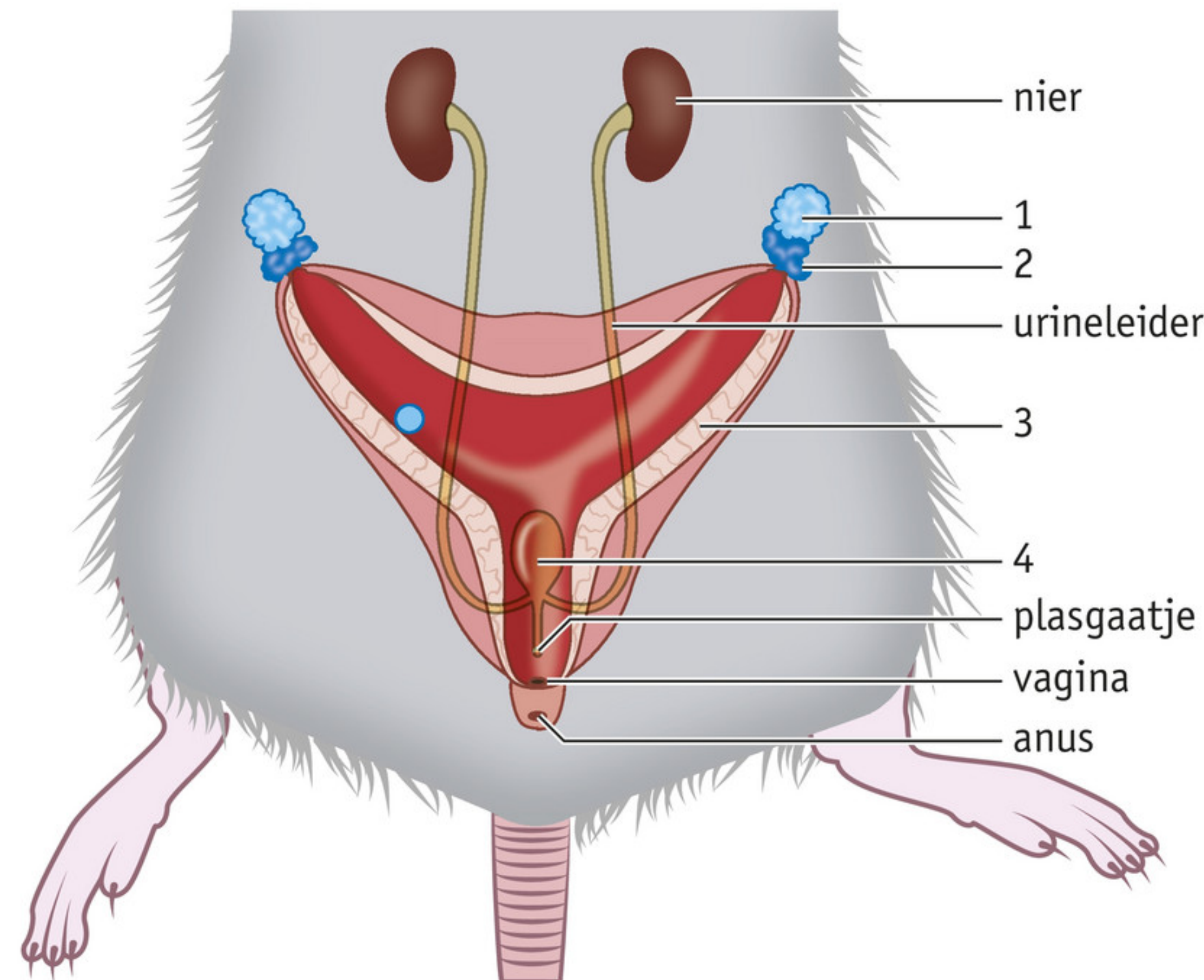
6

- In afbeelding 10 zie je een eikel en zaadcellen van een muis.
Is de afbeelding getekend op het moment dat er al bevruchting heeft plaatsgevonden? Leg je antwoord uit.
- In afbeelding 11 is een deel van het voortplantingsstelsel en het uitscheidingsstelsel van een muis getekend. De bouw van het voortplantingsstelsel van een muis wijkt af van de bouw van het voortplantingsstelsel van de mens, omdat een muis een gedeeltelijk gespleten baarmoeder heeft. De functies van de delen zijn verder overeenkomstig.
In welk deel vindt de ontwikkeling van eicellen plaats? in deel 1 / 2 / 3 / 4
- In welk deel vindt de bevruchting plaats? in deel 1 / 2 / 3 / 4
- In welk deel vindt de innesteling plaats? in deel 1 / 2 / 3 / 4
- Heeft er al innesteling plaatsgevonden? Leg je antwoord uit.

Afb. 10



Afb. 11



7

- a** De binnenkant van de eileiders is bedekt met trilharen.
Leg uit wat de functie is van de trilharen.
- b** Tijdens het transport door de eileider kan een bevruchte eicel geen voedingsstoffen uit de omgeving opnemen. Dat kan pas na de innesteling in het baarmoederslijmvlies.
Hoe komt de bevruchte eicel aan voedingsstoffen om te kunnen delen?
- c** Een mens heeft in de kern van zijn lichaamscellen een vast aantal chromosomen: 46. De kern van een eicel en de kern van een zaadcel hebben elk 23 chromosomen. Heel soms dringen twee zaadcellen op hetzelfde moment een eicel binnen. Uit de bevruchte eicel wordt geen kind geboren en er ontstaat ook geen tweeling.
Leg uit waarom een eicel die is bevrucht door twee zaadcellen zich niet tot een kind kan ontwikkelen.
- d** Bij mannen is er vrijwel nooit sprake van onvruchtbaarheid, maar van verminderde vruchtbaarheid. Vaak bevat sperma wel voldoende zaadcellen, maar is de beweeglijkheid van de zaadcellen niet voldoende.
Waarom is dat een probleem?

8

NIPT staat voor niet-invasieve prenatale test. Bij een niet-invasief onderzoek hoeft een arts het lichaam van een patiënt niet binnen te dringen. Prenatale onderzoeken die wel invasief zijn, vergroten de kans op een miskraam met ongeveer 0,5%.

- a** Leg uit waardoor de kans op een miskraam dan toeneemt.
- b** De gevoeligheid van een test geeft aan hoe groot de kans is dat een kind een bepaalde aandoening ook echt heeft. Volgens wetenschappelijk onderzoek is de gevoeligheid van de NIPT 99,2%.
Leg uit waarom er altijd nog een andere test moet volgen als uit de NIPT blijkt dat een foetus een bepaalde aandoening heeft.

+ 9

Lees de tekst 'Het tweelingtransfusiesyndroom' in afbeelding 12.

- a** Een foetus houdt de hoeveelheid vruchtwater in zijn vruchtzak (de vruchtvliezen) op peil door het op te drinken en door te urineren. Bij het tweelingtransfusiesyndroom heeft de foetus die veel bloed ontvangt veel meer vruchtwater in zijn vruchtzak dan de foetus die weinig bloed ontvangt.
Leg uit hoe dat komt.
- b** De foetus die weinig bloed ontvangt, krijgt minder zuurstof en voedingsstoffen, en op een echo is duidelijk te zien dat hij strak in de vruchtvliezen komt te zitten.
Welke problemen heeft de foetus die minder bloed ontvangt daardoor?

Afb. 12

Het tweelingtransfusiesyndroom

Meestal zijn eeniige tweelingen via een eigen navelstreng verbonden met één placenta. In de wirwar van bloedvaten in de placenta zijn er punten waar de vaatjes van de helften van de placenta met elkaar zijn verbonden. Bloed kan via deze vaatverbindingen van de ene foetus naar de andere gaan. Meestal is dit niet erg, omdat beide foetussen in totaal evenveel bloed geven als ze terugkrijgen. Bij ongeveer een op de zeven eeniige tweelingen krijgt de ene foetus veel meer bloed dan de andere foetus. Dat noemt je het tweelingtransfusiesyndroom.

SAMENHANG beroep

ECHOGRAFIST

Gijs heeft zich tijdens zijn studie Medisch Beeldvormende en Radiotherapeutische Technieken (MBRT) gespecialiseerd tot echografist. Hij maakt vooral echo's voor controle bij zwangerschappen.

Voor de combinatietest meet hij de dikte van de nekplooi van de foetus met echoscopie. In combinatie met gegevens van de moeder wordt berekend hoe groot de kans is op downsyndroom bij de foetus. Is die kans meer dan een op tweehonderd, dan is er sprake van een 'verhoogde kans', al is die dan nog steeds vrij laag.

Oudere vrouwen hebben meer kans op een kind met downsyndroom. Op je 20e is de kans kleiner dan een op duizend, op je 36e is de kans een op tweehonderd en op je 45e een op 29. Bij een verhoogde kans op een kind met downsyndroom kan een vrouw kiezen voor vervolgonderzoek om zekerheid te krijgen.

Afb. 13



10

Lees de tekst 'Echografist'.

In Nederland is de groep vrouwen die op de leeftijd van 36 jaar en ouder een kind krijgen sinds 1988 gestegen van 7% naar 18,6% in 2016.

- a** Leg met behulp van de gegevens in de tekst uit dat de kans op een kind met downsyndroom hierdoor toeneemt.
- b** Naarmate een cel ouder wordt, kunnen er meer beschadigingen optreden in een cel. De verhoogde kans op het krijgen van een kind met downsyndroom hangt vooral af van de leeftijd van een vrouw. Niet van de leeftijd van een man.
Leg uit dat dit te maken kan hebben met de leeftijd van eicellen en zaadcellen.
- c** Steeds meer zwangere vrouwen besluiten om de combinatietest te doen. Hierdoor neemt het aantal prenataal ontdekte kinderen met downsyndroom toe.
Leg uit dat dit nog niet hoeft te leiden tot een afname van het aantal kinderen dat geboren wordt met downsyndroom.

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

Samenhang

IK VAL OP (JOU)

De lente is hét seizoen om verliefd te worden. In drie seconden bepaal je of je iemand die je tegenkomt, aantrekkelijk vindt. Daarbij spelen bewust en onbewust heel veel factoren een rol, waaronder het uiterlijk.

HORMONEN

Welke eigenschappen mensen mooi vinden, verschilt per tijd en per cultuur. Toch worden bij meisjes brede heupen en een smalle taille bijna altijd aantrekkelijk gevonden. De ideale verhouding is 1 (heupen) staat tot 0,7 (taille). Bij optimale hoeveelheden van het hormoon oestradiol in het bloed is aan het einde van de puberteit de vruchtbaarheid groot en de omtrek van de taille 0,7 keer de omtrek van de heupen. Dat is trouwens niet zo smal als bij de klassieke barbiepop; haar middel is zo smal dat haar organen niet eens in haar buik zouden passen. Verder blijken de meeste mensen het gezicht van een meisje het mooist te vinden tijdens haar vruchtbare periode. De lippen en het gezicht zijn dan iets roder en de stem klinkt hoger. Tijdens de piek van haar vruchtbare periode kan de stem van een meisje de huid van een man zelfs letterlijk doen tintelen.

Bij jongens kunnen brede schouders en een sterke kaaklijn harten op hol brengen, net als een lage stem. Deze kenmerken wijzen op hoge hoeveelheden van het hormoon testosteron in het bloed. De meeste mensen vinden een beetje spieren bij een jongen ook wel leuk, al moet je daarbij niet overdrijven. In films zijn de spieren bij actiehelden behoorlijk extreem. Jongens die deze ideaalbeelden serieus nemen en vaak naar de sportschool gaan, lopen een risico op bigorexia: het zó intensief bezig zijn met het opbouwen van spiermassa dat ze geen grens meer kennen en depressief worden. Bovendien zijn schoonheidsbeelden relatief en veranderen ze in de loop van de tijd. Door K-pop (een Zuid-Koreaanse muziekstijl) bijvoorbeeld werden zachtere, 'vrouwelijkere' lichaamskenmerken bij jongens en mannen weer aantrekkelijker gevonden.

AARDIG = AANTREKKELIJK

Zowel bij jongens als bij meisjes vinden mensen een symmetrisch gezicht vaak het mooist. Een symmetrisch gezicht wijst erop dat iemand als baby in de baarmoeder weinig last had van stress van buitenaf. Verder is aan het gezicht veel af te lezen over de persoonlijkheid van een persoon. Zowel jongens als meisjes vinden een gezicht van iemand die aardig is het meest aantrekkelijk.

Afb. 1 Flirten.



FEROMONEN

Uiterlijk is niet alles: de neus wil ook wat. Iedereen heeft een eigen lichaamsgeur die bestaat uit honderden feromonen (geurstoffen). Deze geurstoffen worden gemaakt in bijvoorbeeld de zaadballen of eierstokken. Welke geuren je afgeeft, hangt onder andere af van je immuunsysteem. Meisjes voelen zich meestal aangetrokken tot jongens die ander DNA voor het immuunsysteem hebben dan zichzelf. Als ze tenminste niet aan de pil zijn, want meisjes die de pil slikken vallen juist vaker voor iemand met een gelijk immuunsysteem als zichzelf. De pil kan er dus voor zorgen dat je op andere mensen verliefd wordt.

ZELFVERTROUWEN

Wil je zelf aantrekkelijk overkomen, dan kun je beginnen met gezond eten, want dat geeft je vaak een gezonde uitstraling. Verder ben je aantrekkelijk als je zelfverzekerd overkomt. Kijk dus geen porno, want dat is slecht voor je zelfvertrouwen: het geeft een onrealistisch beeld van relaties en kan verslavend zijn. Bovendien val je daardoor minder snel op échte mensen.

Je kunt ook een lekker luchtje opdoen. Volgens sommige reclames zijn bepaalde mannendeodorants een datemagneet, maar dat klopt niet. Meisjes vallen niet op jongens omdat hun deo zo lekker ruikt, maar jongens ruiken hun eigen deo en voelen zich daardoor zelfverzekerder. Meisjes zien dat en vinden die jongens er dan knapper uitzien. Gebruik als jongen ook weer niet te veel deodorant, want dan ruiken meisjes je natuurlijke geurstoffen niet meer. En, zowel voor jongens als meisjes: vergeet niet af en toe te lachen. Volgens wetenschappers zie je er dan op je aantrekkelijkst uit.

Bron: 'The Strange Science Of Sexual Attraction', Carolyn Gregoire, huffpost.com, 14 juli 2015.

OPDRACHTEN**1**

- a** Waardoor wordt lichamelijke aantrekkingskracht vooral bepaald?
door *primaire* / *secundaire* geslachtskenmerken
- b** Worden brede schouders bij jongens vooral veroorzaakt door de bouw van het skelet of door dikke spieren? Leg je antwoord uit.
- c** Welke botten zorgen bij meisjes voor brede heupen?
- d** Het hormoon oestradiol bepaalt bij meisjes de verhouding tussen heupen en taille. Op latere leeftijd speelt ditzelfde hormoon een rol bij de zwangerschap. Leg uit dat een verhouding van 0,7 van heupen en taille biologisch gezien duidt op vruchtbaarheid.
- e** Leg uit wat wordt bedoeld met 'zachtere, vrouwelijkere' kenmerken bij een man.

2

- a** Wat vind jij zelf aantrekkelijk aan anderen? Noteer een lichamenlijk kenmerk, een geestelijk kenmerk en een sociaal kenmerk.
- b** Kijk naar je antwoorden bij vraag a.
Welke van deze kenmerken kunnen in de loop van de levensfasen veranderen?
- c** Bekijk afbeelding 2.
Welk gezicht vind je het mooist? En komt dit door de symmetrie van het gezicht of door andere kenmerken?

Afb. 2 Welk gezicht van hetzelfde meisje vind jij het mooist?



3

- a** Onder invloed van het hormoon oestradiol krijgen meisjes een iets roder gezicht. Welke invloed heeft oestradiol op de bloedsomloop?
- b** Stel dat een meisje ongesteld is van 4 tot en met 7 mei. Op welke dagen is haar gezicht extra aantrekkelijk door hormonen?
- c** Met make-up kan een meisje de uiterlijke kenmerken tijdens de vruchtbare periode zowel benadrukken als verstoppen. Geef van beide een voorbeeld.

4

- a** De stem van een vrouw in haar vruchtbare periode kan de huid van een man doen tintelen. Is dit een bewuste reactie of een reflex?
- b** Beschrijf de route van prikkel tot tintelende huid.
- c** Denk je bewust aan voortplanting als je iemand leuk vindt?
- d** Zou voortplanting onbewust toch een rol spelen als je iemand leuk vindt?
- e** Porno geeft een vertekend beeld van het lichaam. De prikkels zijn *sterker* / *zwakker* dan bij echte mensen en daardoor vind je echte mensen *meer* / *minder* interessant.

5

- a** Feromonen zijn geurstoffen die niet aan organen, maar aan de buitenwereld worden afgegeven. Feromonen kunnen *wel* / *niet* door een hormoonklier worden gemaakt. Het zijn *wel* / *geen* hormonen.
- b** Een symmetrisch gezicht wijst op weinig stress in de tijd als foetus in de baarmoeder. Welk hormoon kan via de navelstreng in het bloed van de baby komen bij stress van de moeder?

7 Meer voorbehoedsmiddelen

LEERDOEL

4.7.15 Je kunt andere manieren noemen om zwangerschap te voorkomen.

TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	4.7.15
Onthouden	
Begrijpen	1
Toepassen	2
Analyseren	

Naast de pil en het condoom zijn er nog verschillende andere manieren om zwangerschap te voorkomen (zie afbeelding 1). Deze worden vooral door de vrouw gebruikt.

HORMONEN

De **NuvaRing** is een kunststof ring die dezelfde hormonen bevat als de pil (zie afbeelding 2.1). Een meisje brengt de NuvaRing zelf aan in haar vagina. Ze draagt de ring drie weken onafgebroken met daarna een pauzeweek. Bij goed gebruik is de NuvaRing even betrouwbaar als de pil.

Ook de prikpil, de anticonceptiepleister (zie afbeelding 2.2) en het anticonceptiestaaftje bevatten dezelfde hormonen als de pil en zijn erg betrouwbaar.

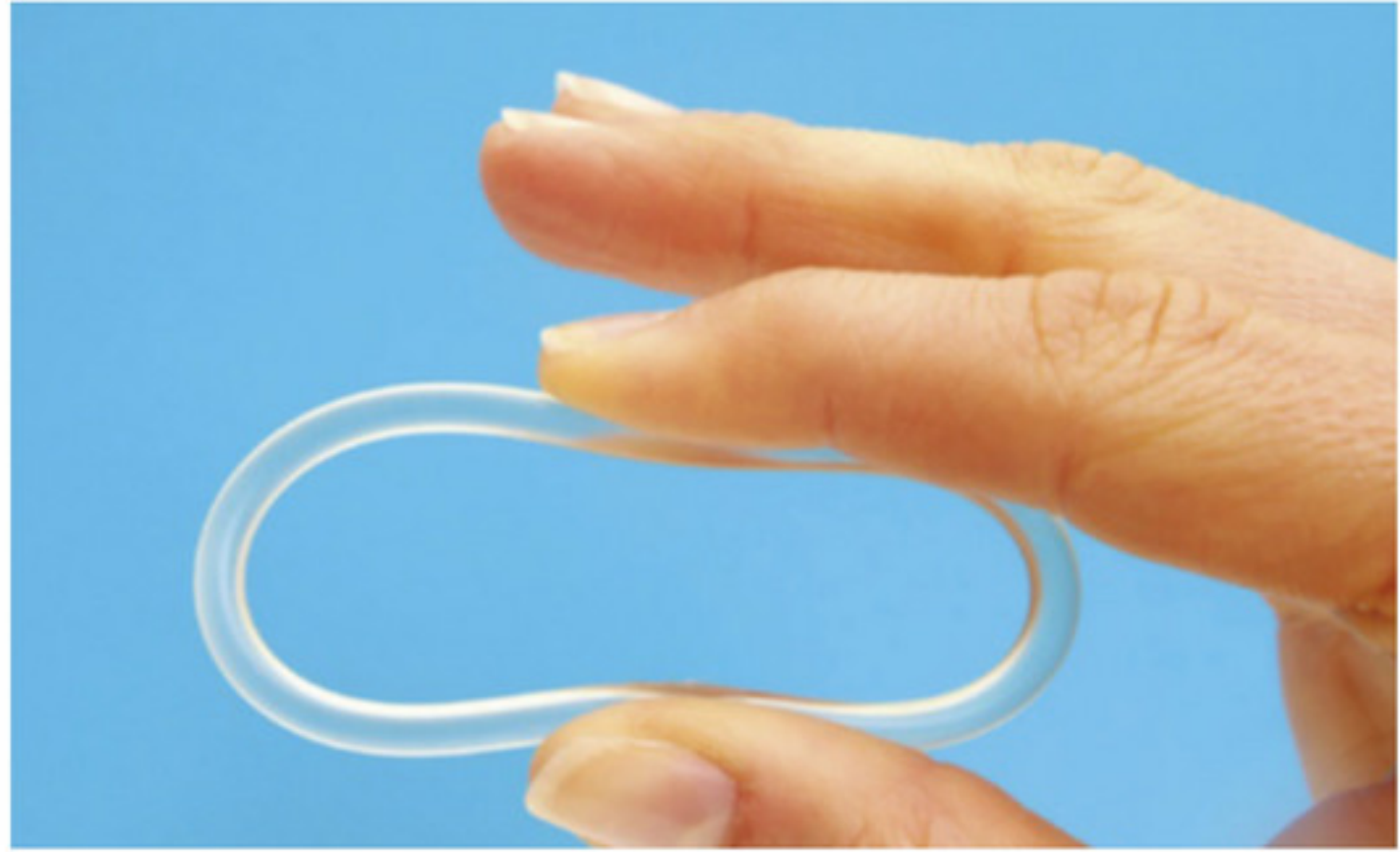
Bij de **prikpil** krijgt een vrouw om de drie maanden een injectie met een hormoon dat de ovulatie remt. De menstruatie neemt af en blijft soms geheel weg. Als een vrouw stopt met de prikpil kan het soms wel twee jaar duren voordat de menstruaties terugkomen. Een **anticonceptiepleister** wordt drie weken op de huid gedragen en wekelijks vervangen. Daarna is er een pauzeweek.

Het **anticonceptiestaaftje** is ongeveer zo groot als een lucifer en wordt ingebracht onder de huid in de bovenarm. Elke dag geeft het staaftje een heel kleine hoeveelheid hormonen af aan het lichaam. Het staaftje kan drie jaar blijven zitten.

Afb. 1 Verschillende anticonceptiemiddelen.



Afb. 2



1 NuvaRing



2 anticonceptiepleister

ANDERE MIDDELEN

Een speciaal soort condoom is het **vrouwencondoom** dat in de vagina wordt ingebracht (zie afbeelding 3). Het inbrengen kan al enkele uren voor het vrijen gebeuren, zodat het vrijen niet hoeft te worden onderbroken. Ook een vrouwencondoom mag je slechts één keer gebruiken. Het vrouwencondoom is betrouwbaar en beschermt ook tegen soa's.

Een **spiraaltje** (zie afbeelding 4) wordt door een arts in de baarmoeder geplaatst. Er zijn twee soorten spiraaltjes. Een **hormoonspiraaltje** (zie afbeelding 4.1) geeft dagelijks kleine hoeveelheden hormoon af. Door de werking van hormonen worden bevruchting en innesteling bemoeilijkt. Na vijf jaar is een hormoonspiraaltje uitgewerkt en moet het worden vervangen.

Een **koperspiraaltje** is omwikkeld met een koperdraadje (zie afbeelding 4.2). Een koperspiraaltje kan lang blijven zitten, tien jaar is geen uitzondering. In de baarmoeder veroorzaakt een koperspiraaltje een reactie waardoor zaadcellen worden aangetast en innesteling wordt bemoeilijkt.

Spiraaltjes zijn erg betrouwbaar.

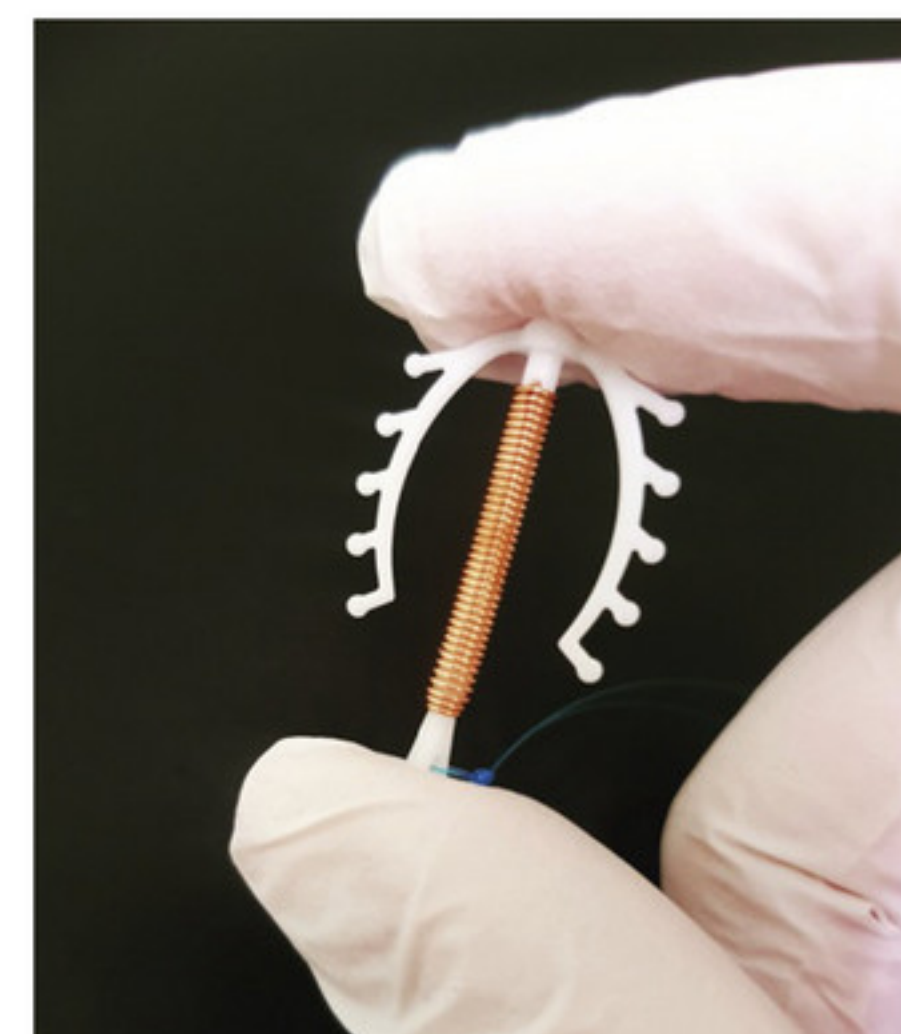
Afb. 3 Vrouwencondoom.



Afb. 4 Spiraaltjes.



1 hormoonspiraaltje

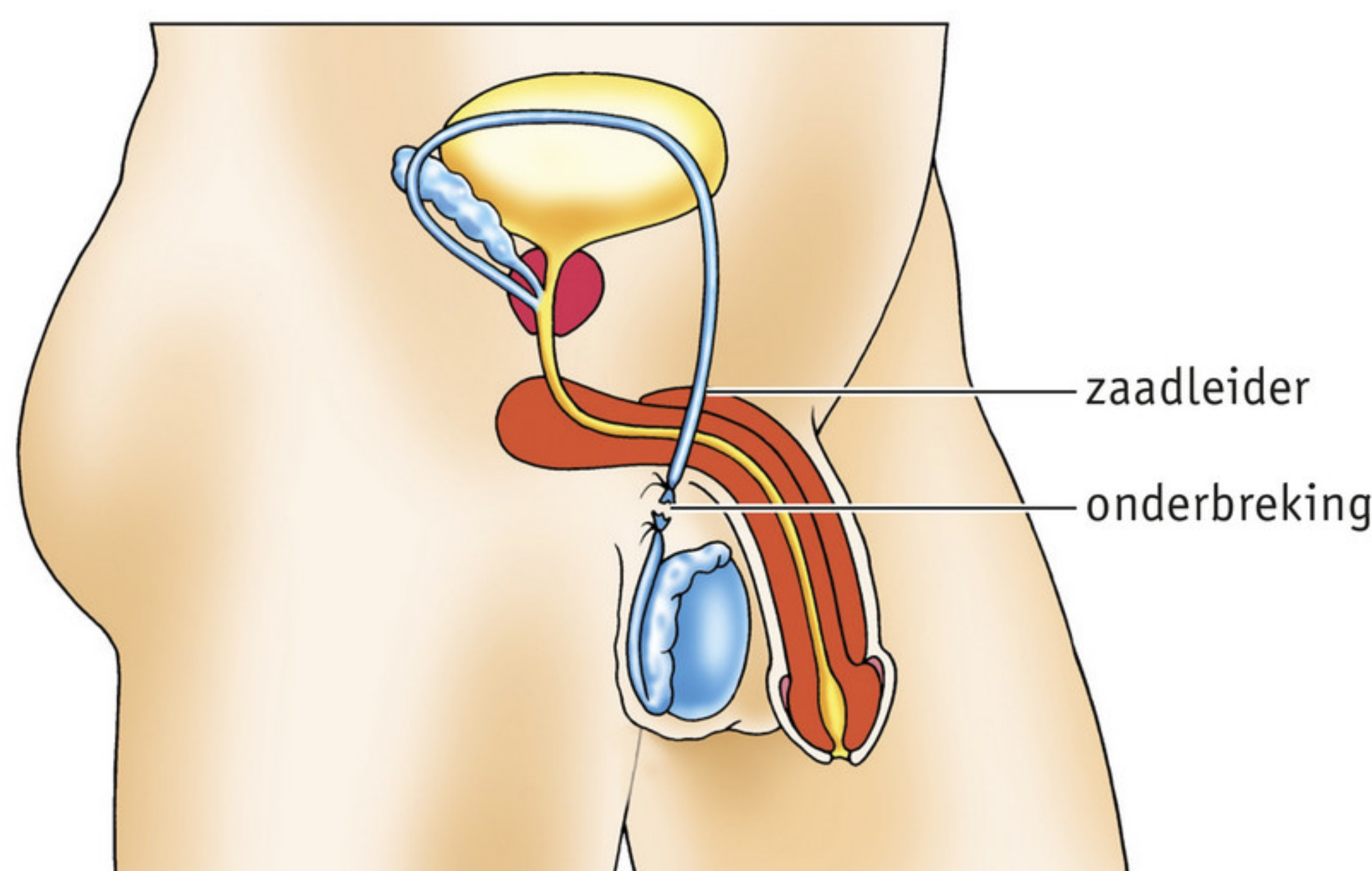


2 koperspiraaltje

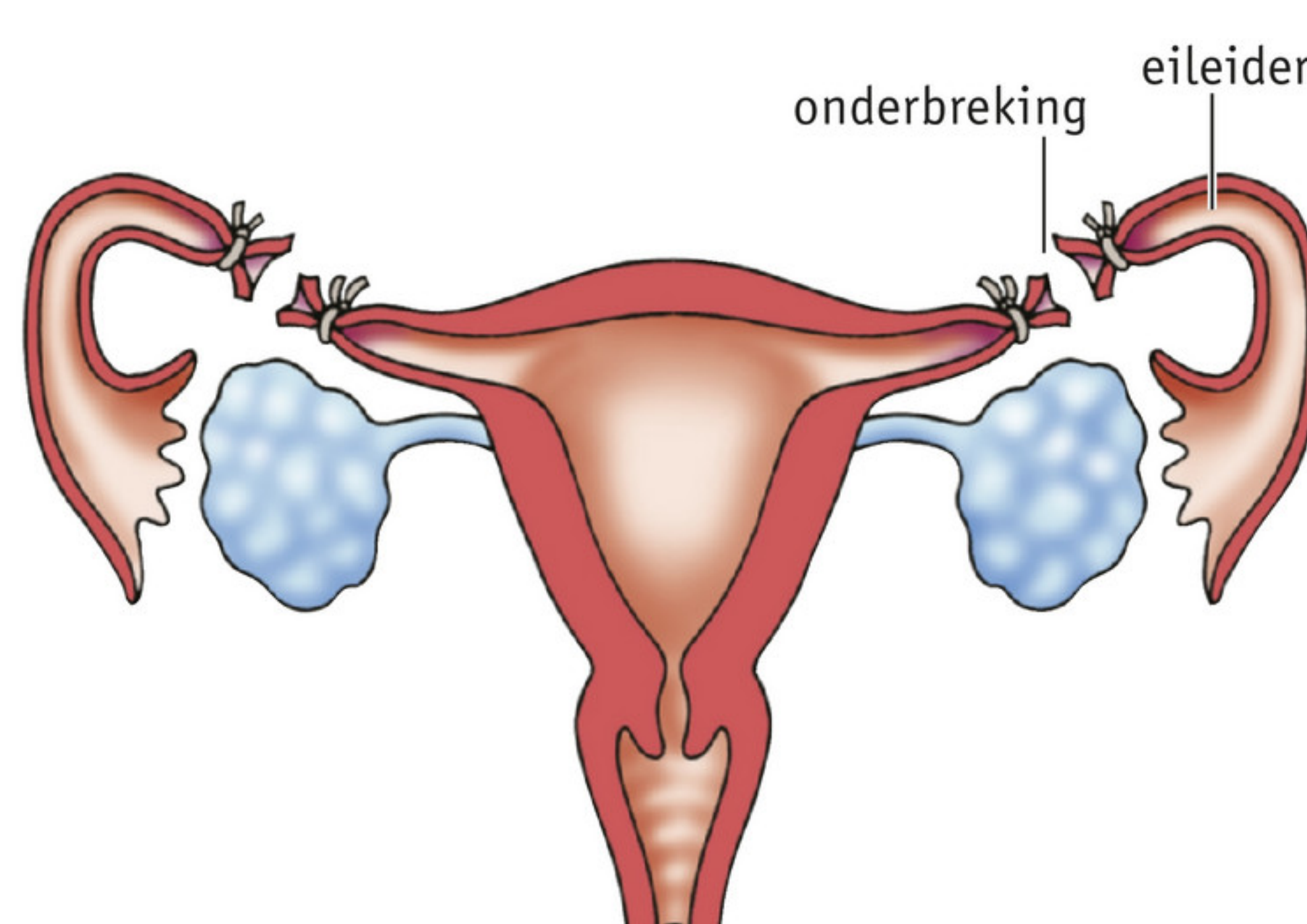
STERILISATIE

Bij **sterilisatie** wordt een man of een vrouw door middel van een kleine operatie onvruchtbaar gemaakt. Bij een man worden beide zaadleiters onderbroken (zie afbeelding 5.1). De productie van zaadcellen gaat normaal door. Ook verandert er niets aan de hoeveelheid vocht die bij een zaadlozing vrijkomt. De geproduceerde zaadcellen kunnen het lichaam niet meer verlaten. Ze worden in de bijballen en in de zaadleiters afgebroken. Bij een vrouw worden de eileiders onderbroken, waardoor de eicellen niet meer in aanraking kunnen komen met zaadcellen (zie afbeelding 5.2).

Afb. 5 Sterilisatie.



1 bij een man



2 bij een vrouw

OPDRACHTEN

1

In de tabel staan al enkele gegevens over voorbehoedsmiddelen.
Vul de tabel verder in.



Methode van geboorteregeling	Werking	Eventuele voordelen	Eventuele nadelen
NuvaRing			Kan bijwerkingen hebben, bijvoorbeeld misselijkheid en hoofdpijn, kleine kans op trombose.
Vrouwencondoom			Kan slechts één keer worden gebruikt.
Prikpil			Menstruatie wordt onregelmatig of blijft weg; na stoppen kan het lang duren voor menstruaties terugkomen.
Spiraaltje	Verandert het baarmoederslijmvlies waardoor innesteling niet meer mogelijk is.		
Sterilisatie		Hoeft maar één keer te gebeuren; alle seksuele functies gaan gewoon door.	Is moeilijk ongedaan te maken.

2

Vrouwen kunnen ervoor kiezen om een vrouwencondoom te gebruiken.
Geef drie redenen waarom vrouwen voor het vrouwencondoom kiezen als anticonceptiemiddel.



Ga naar de *Flitskaarten*.

8 De geboorte

LEERDOEL

4.8.16 Je kunt beschrijven hoe een bevalling verloopt.

TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	4.8.16
Onthouden	
Begrijpen	1, 2
Toepassen	3, 4, 5
Analyseren	

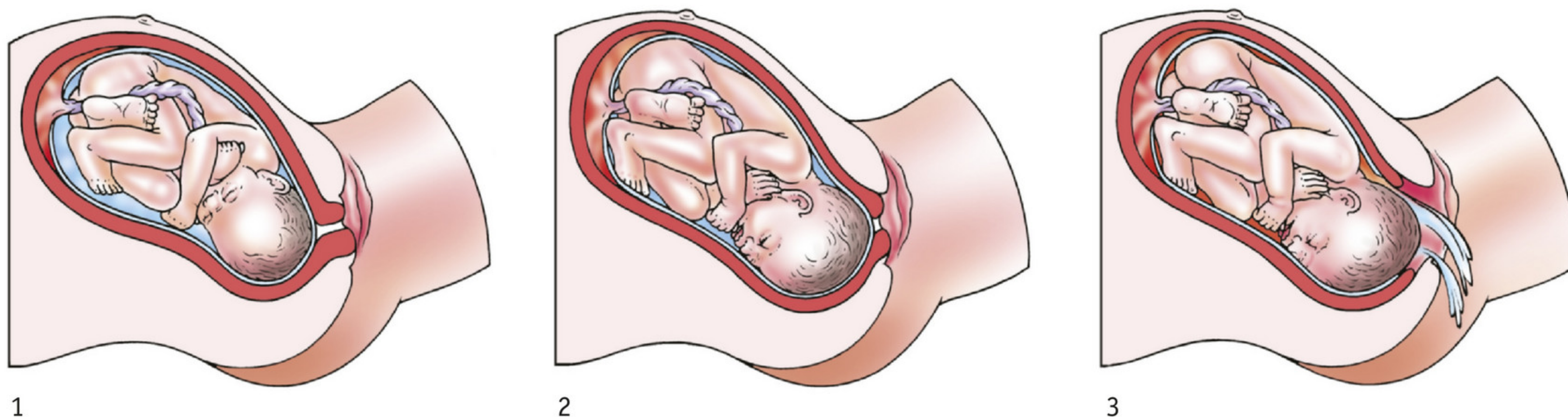
Na negen maanden zwangerschap wordt een baby geboren. De bevalling vindt plaats in verschillende fasen.

BEVALLING

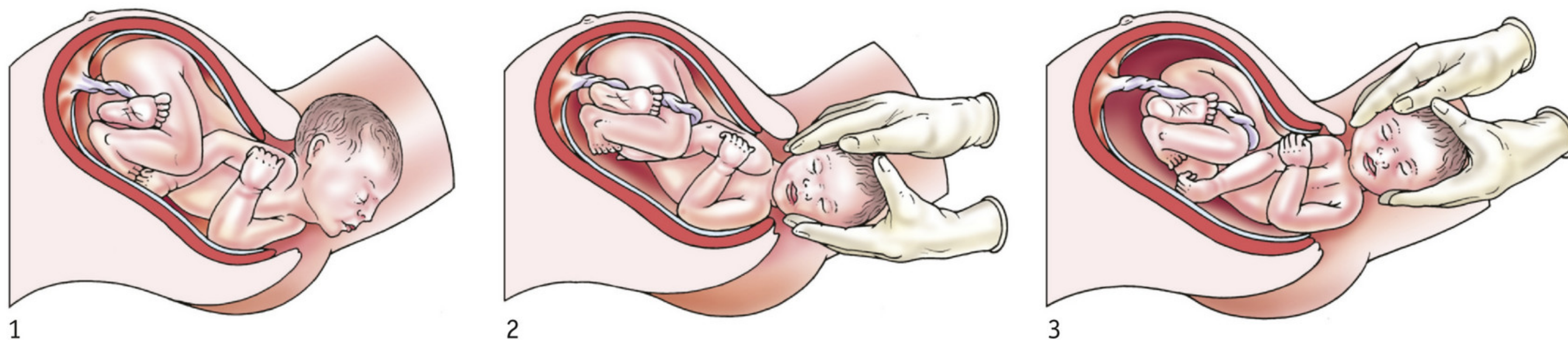
De eerste verschijnselen van de **bevalling** zijn meestal de **weeën**. Hierbij trekken de spieren in de baarmoederwand zich met tussenpozen samen. Tijdens de weeën worden de baarmoederhals en baarmoedermond wijder (zie afbeelding 1). Dat heet de **ontsluiting**. Hierbij breken meestal de vruchtvliezen, waardoor het vruchtwater via de vagina wegvloeit. Het kan wel twintig uur duren voor de ontsluiting voldoende groot is om het hoofdje erdoor te laten.

Hierna vindt de **uitdrijving** plaats (zie afbeelding 2). De weeën worden steeds krachtiger en ook de spieren in de buikwand gaan zich samentrekken. Door deze **persweeën** wordt het kind naar buiten geperst. De uitdrijving kan van enkele seconden tot wel twee uur duren.

Afb. 1 De ontsluiting.

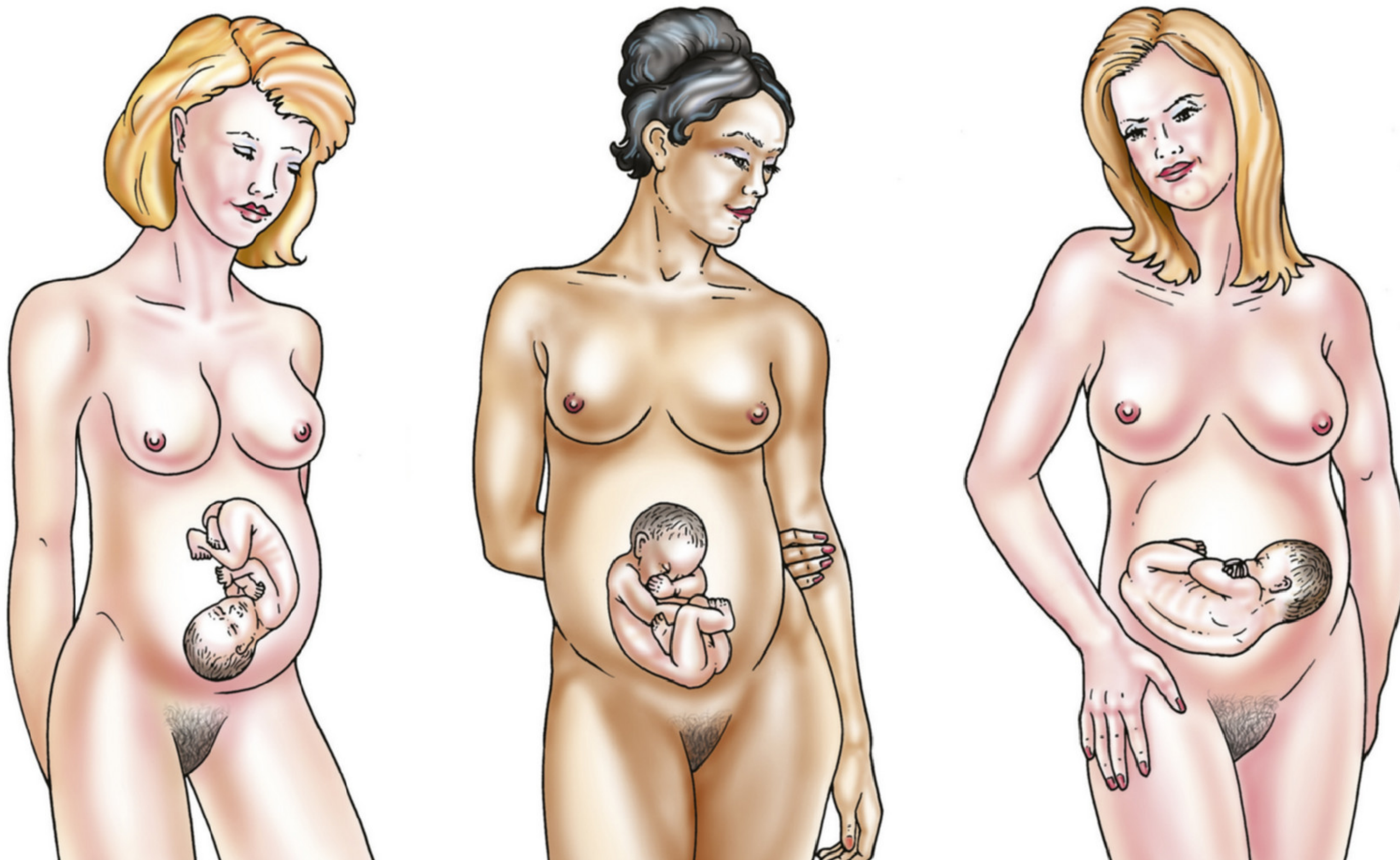


Afb. 2 De uitdrijving.



Bij een normale bevalling komt eerst het hoofdje naar buiten (zie afbeelding 3.1). Bij een **stuitligging** (zie afbeelding 3.2) komt eerst het kontje of een voetje naar buiten. Bij een **dwarsligging** (zie afbeelding 3.3) kan het kind niet via de vagina worden geboren. Door een operatie via de buikwand (**keizersnede**) komt het kind ter wereld. Ook bij een stuitligging wordt het kind vaak geboren via een keizersnede. Een dwarsligging komt niet vaak voor.

Afb. 3 Ligging in de buik van de moeder.



1 normale ligging

2 stuitligging

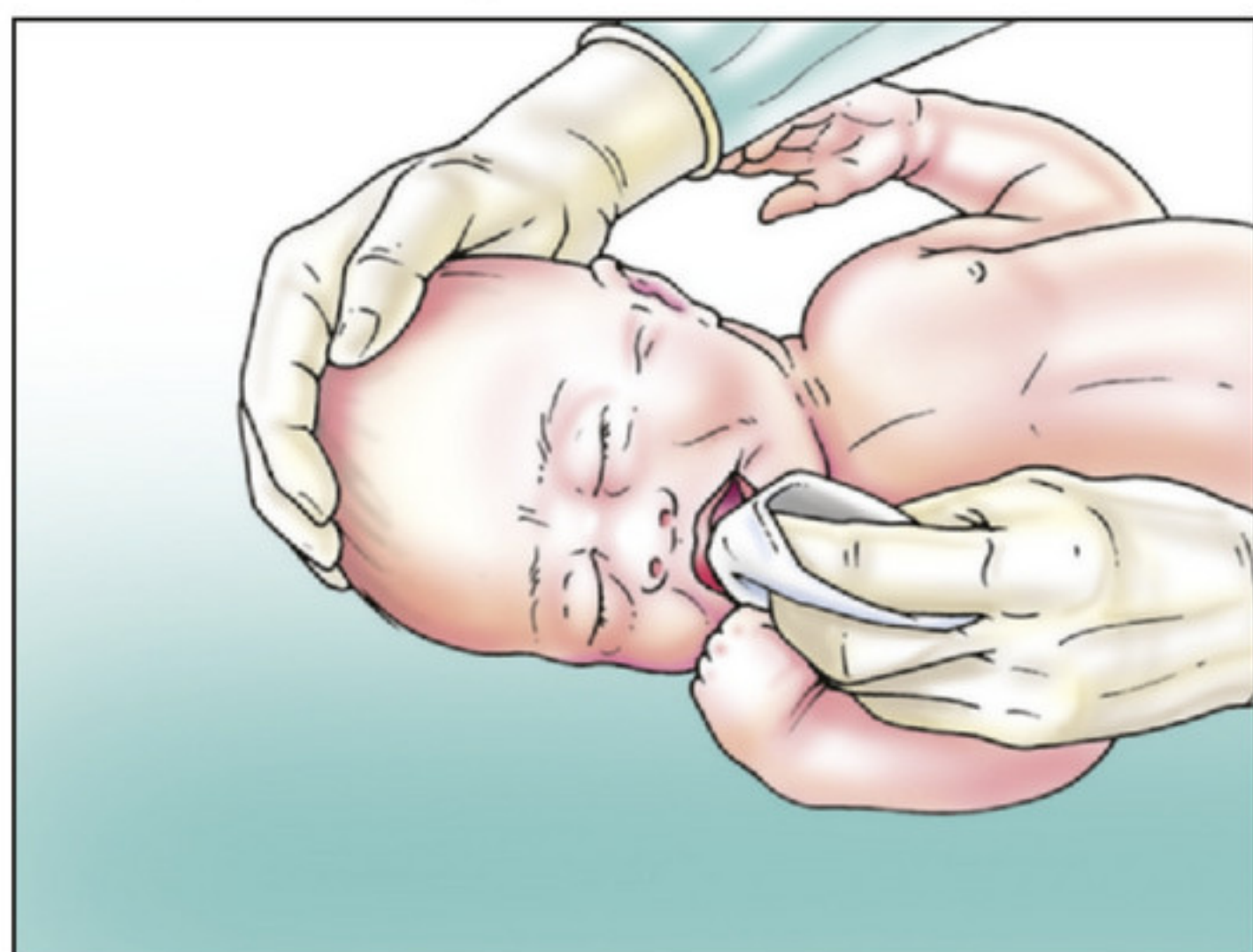
3 dwarsligging

NA DE BEVALLING

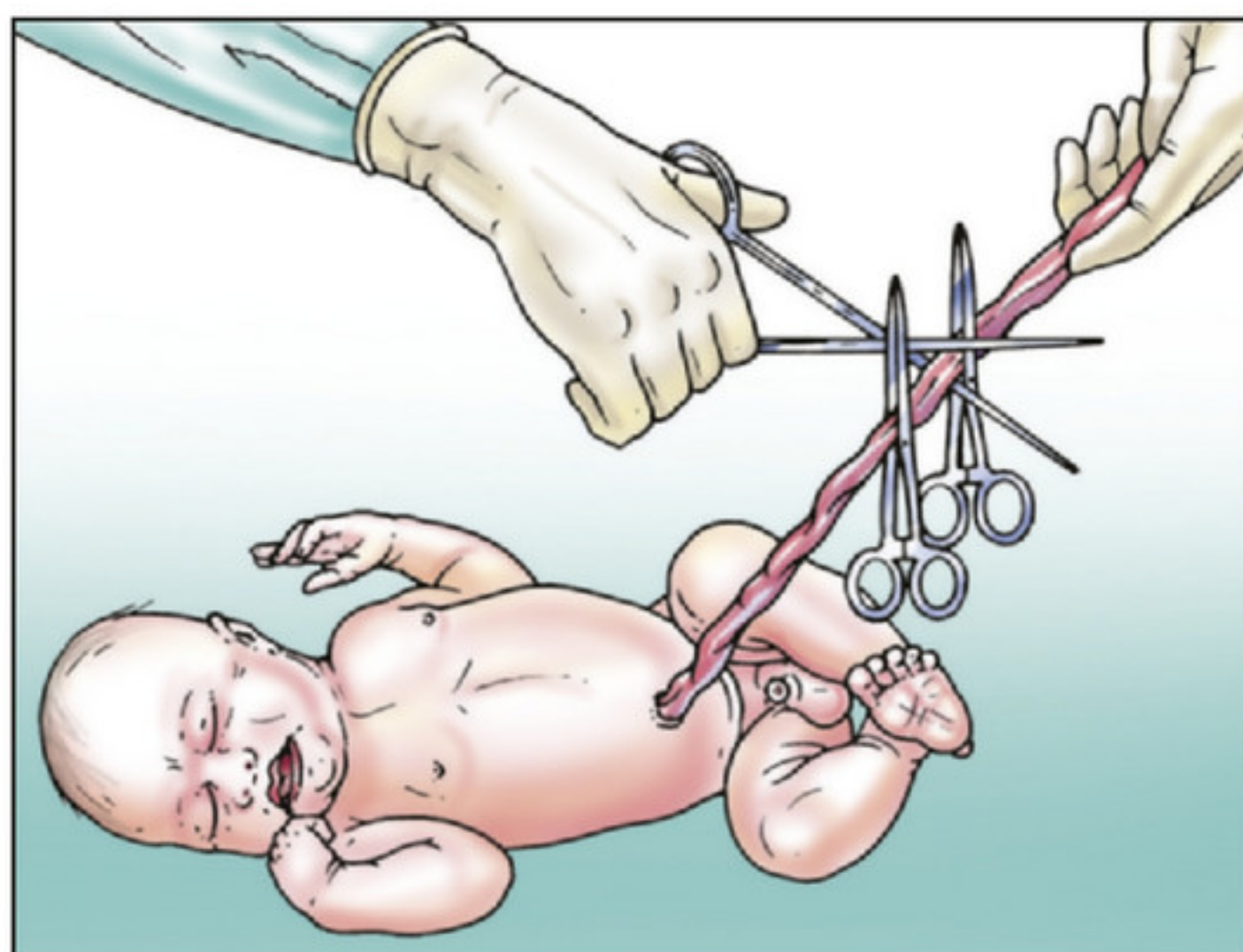
Na de geboorte worden restjes slijm uit de mond en luchtwegen van de baby gehaald (zie afbeelding 4.1). Vervolgens wordt de navelstreng afgeklemd en doorgeknipt (zie afbeelding 4.2). De baby begint meestal meteen te huilen. Dat is een goed teken: de ademhaling is op gang gekomen.

Het deel van de navelstreng dat aan de baby vastzit, droogt in ongeveer een week uit en valt dan af. Hierdoor ontstaat bij het kind een soort litteken op de buik: de **navel**.

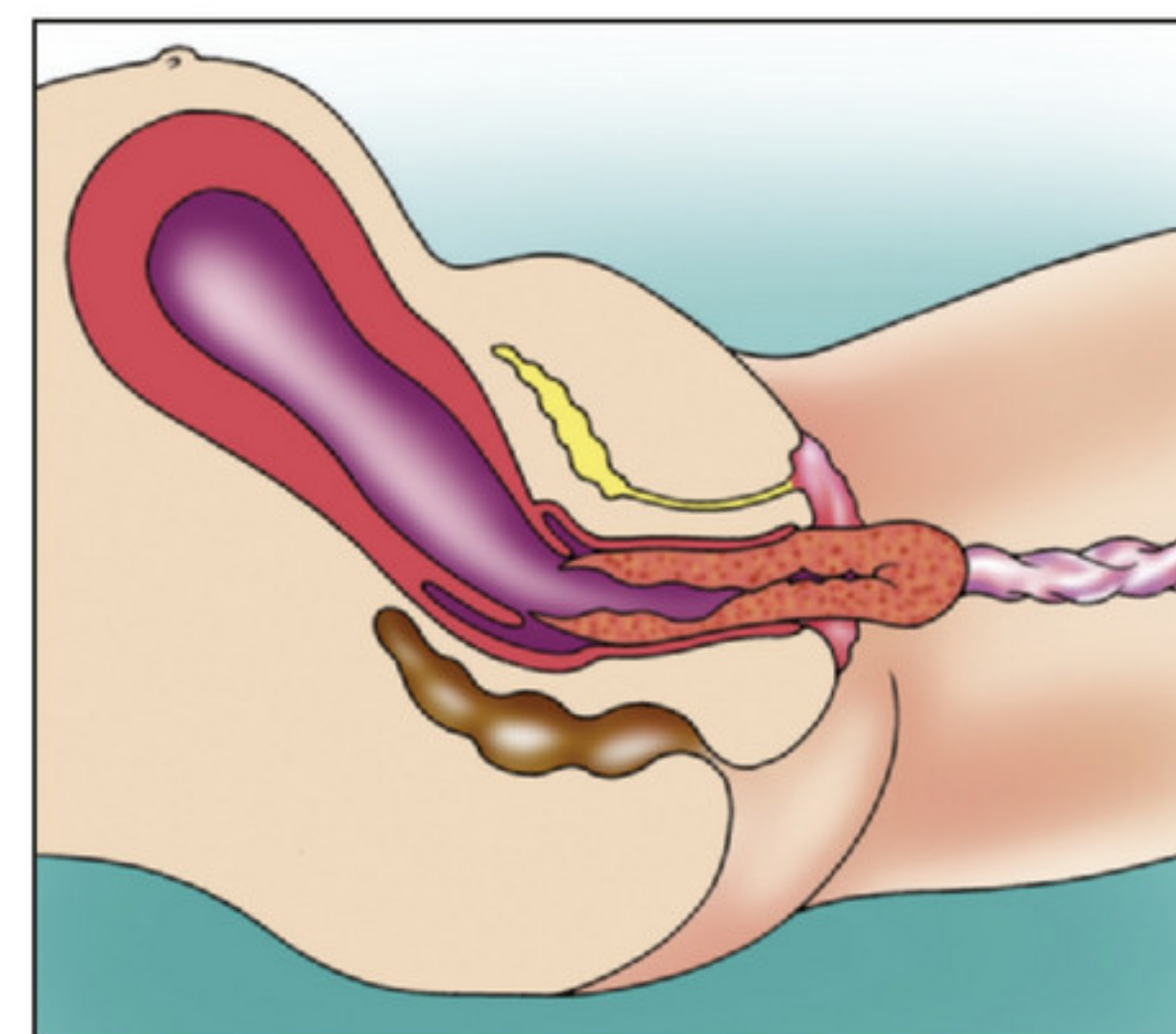
Na de uitdrijving is de bevalling nog niet helemaal afgelopen. De placenta, de resten van de navelstreng en de vruchtvliezen worden door samentrekkingen van de baarmoederwand losgewoeld. Ze worden ongeveer een kwartier na de baby uitgedreven (zie afbeelding 4.3). Dit noem je de **nageboorte**. De nageboorte kan worden bespoedigd door een injectie met een hormoon. De verloskundige of arts controleert of de nageboorte compleet is.

Afb. 4 Na de geboorte.

1 Restjes slijm worden uit de mond van de baby gehaald.



2 De navelstreng wordt afgeklemd en doorgeknipt.



3 nageboorte

OPDRACHTEN

1

Vul de zinnen aan. Gebruik daarbij: *baarmoederwand* – *buikwand* – *hoofdje* – *keizersnede* – *nageboorte* – *navel* – *navelstreng* – *ontsluiting* – *persweeën* – *placenta* – *slijm* – *stuitligging* – *uitdrijving* – *vruchtvliezen* – *vruchtwater* – *weeën*.

Tijdens de wordt de onderkant van de baarmoeder wijder. Tijdens deze fase kunnen er ontstaan. Dit

zijn samentrekkingen van spieren in de baarmoederwand, die met tussenpozen plaatsvinden. De kunnen tijdens deze fase

breken, waardoor er via de vagina wegvloeit.

De fase die hierna volgt, is de De spieren van

de gaan zich nu ook tijdens de weeën samentrekken en er ontstaan Hierdoor wordt het kind naar buiten geperst.

Bij een normale bevalling komt eerst het naar buiten. Bij

een komt eerst het kontje of een voetje naar buiten. Bij

een dwarsligging komt de baby via een ter wereld. Na de geboorte wordt het uit de luchtwegen gehaald.

De wordt afgeklemd en doorgeknipt. Het uiteinde hiervan dat aan de baby vastzit, droogt in en valt af. Het litteken dat zo ontstaat, noem je

de Door samentrekkingen van

de worden de en de resten van

de navelstreng en de vruchtvliezen losgewoeld. Dit wordt

de genoemd.

2

Lees de tekst 'Verloskundige' in afbeelding 5.

- a** Verloskundige Anne zegt dat mevrouw Westenberg met de persweeën mag mee persen.

Welke fase van de bevalling begint dan? *weëen / ontsluiting / uitdrijving / nageboorte*

- b** Welke twee groepen spieren trekken zich samen tijdens de persweeën?

Afb. 5

Verloskundige

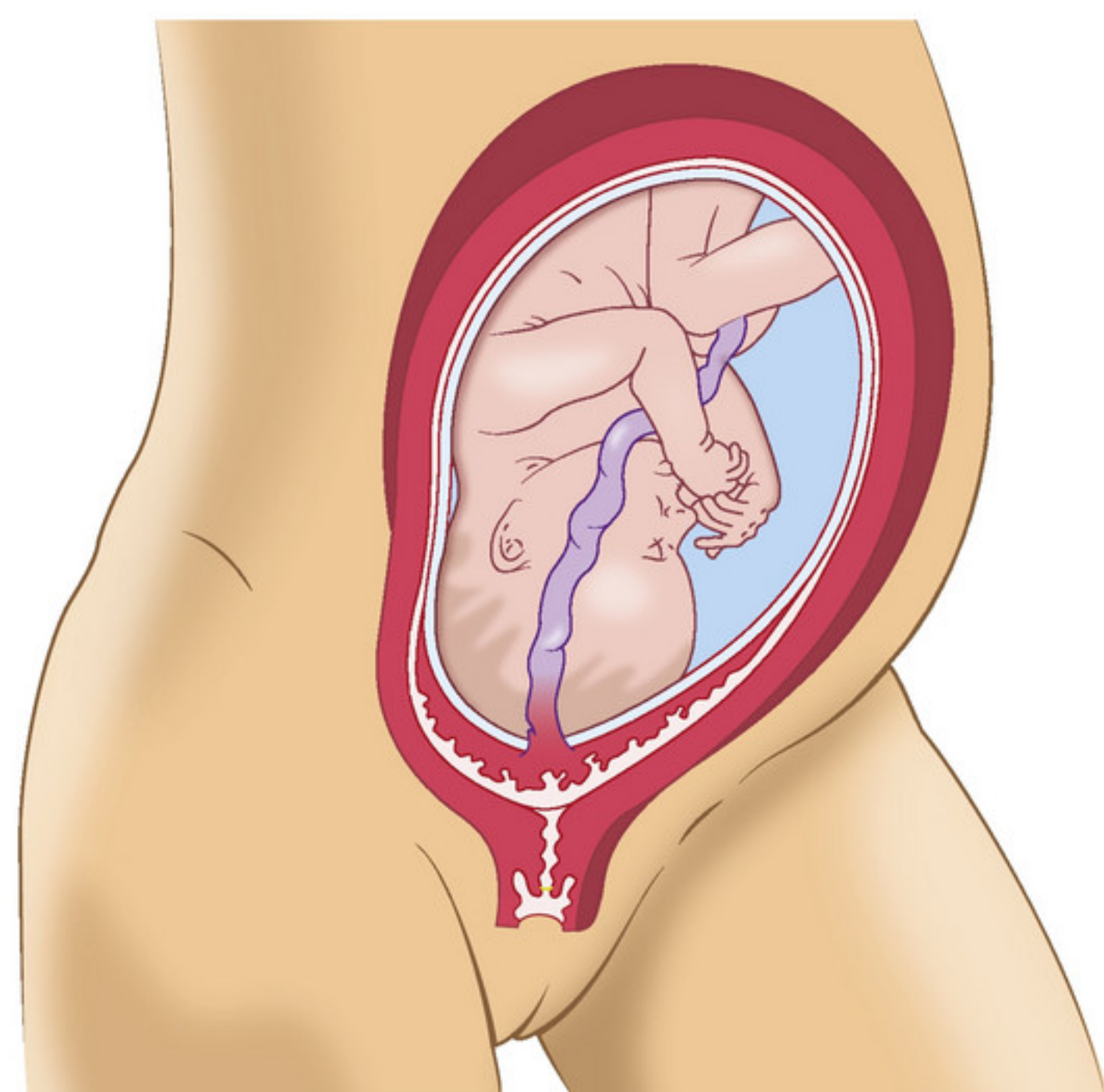
Anne werkt als verloskundige en begeleidt vrouwen tijdens hun zwangerschap, de bevalling en de eerste uren erna: 'Om je een indruk te geven van mijn werk zal ik kort wat van de laatste bevalling vertellen. Om twee uur ben ik bij mevrouw Westenberg. Ze heeft flinke weeën en de vliezen zijn al spontaan gebroken. Ik bekijk hoe ze de weeën opvangt, hoe vaak de weeën komen en hoe sterk ze zijn. Dan voel ik hoe de baby ligt, luister naar het hartje en doe een inwendig onderzoek om te beoordelen hoeveel ontsluiting mevrouw Westenberg heeft. Het blijkt volledige ontsluiting (10 cm). Ik zet alle spullen klaar en bel de kraamzorg. Wanneer de persweeën komen, mag mevrouw Westenberg mee persen. Na 45 minuten is er een mooie zoon geboren. De vader knipt de navelstreng door en ik onderzoek het kindje. Het is een gezond jongetje. Nadat ook de nageboorte heeft plaatsgevonden, is het tijd voor beschuit met muisjes. Ondertussen vul ik alle formulieren in en houd bij moeder en kind een oogje in het zeil. Dit was een snelle bevalling. Soms is er wat bijzonders aan de hand. Bijvoorbeeld bij een stuitligging of als de baby zich niet prettig voelt en in het vruchtwater heeft gepoept. De baby wordt dan meestal in het ziekenhuis geboren. Voor veel vrouwen is de zwangerschap een spannende en toch ook leuke tijd. Hoewel er ook allerlei klachten door de zwangerschap kunnen ontstaan en de bevalling natuurlijk erg pijnlijk is. Het geeft mij toch voldoening als ik in deze bijzondere tijd voor een vrouw iets kan betekenen.'



3

Hoe zal het kind in afbeelding 6 worden geboren: via de vagina of via een keizersnede? Leg je antwoord uit.

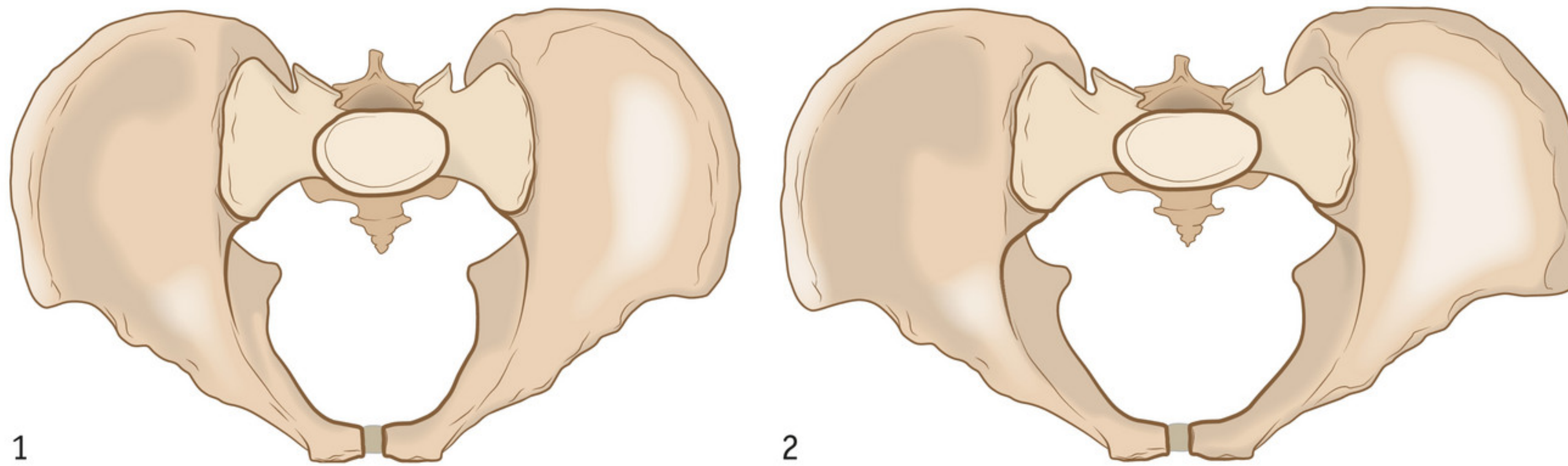
Afb. 6



4

In afbeelding 7 zie je twee keer het bekken van een vrouw getekend.
Bij welke vrouw zal men eerder kiezen voor een keizersnede: bij vrouw 1 of bij vrouw 2?
Leg je antwoord uit.

Afb. 7 Bekkens van twee zwangere vrouwen.



5

Lees de tekst 'Smoes blijkt toch spoedbevalling' in afbeelding 8.

- a** Welke fase van de bevalling is begonnen vlak voor de man en vrouw van huis reden?
ontsluiting / uitdrijving / nageboorte
- b** Welke fase van de bevalling is begonnen op het moment van aanhouding door de politie?
ontsluiting / uitdrijving / nageboorte
- c** Welke fase van de bevalling is begonnen in de verloskamer van het ziekenhuis?
ontsluiting / uitdrijving / nageboorte

Afb. 8

Smoes blijkt toch spoedbevalling

EINDHOVEN – Een automobilist die bij een verkeerscontrole uit zijn autoraam riep dat zijn vrouw moest bevallen, maakte zich daarna snel uit de voeten. De agenten hadden deze smoes wel vaker gehoord en konden de man niet op zijn blauwe ogen geloven. Na een achtervolging door de politie bleek de man werkelijk een aanstaande moeder aan boord te hebben. Het hoofdje van de baby was volgens een politiewoordvoerder al te zien toen de man tot stoppen werd gedwongen. Toen bleek dat er werkelijk sprake was van acute barensnood is het stel onder politiebegeleiding naar het ziekenhuis gereden. Daar was de verloskamer al gereed. Even later zette de vrouw een gezonde zoon op de wereld. De vrouw bleek thuis plotseling weeën te hebben gekregen, waarna het stel halsoverkop naar het ziekenhuis was gereden.

 Ga naar de *Flitskaarten*.

Leren onderzoeken

1

RESULTATEN DIGITAAL VERWERKEN

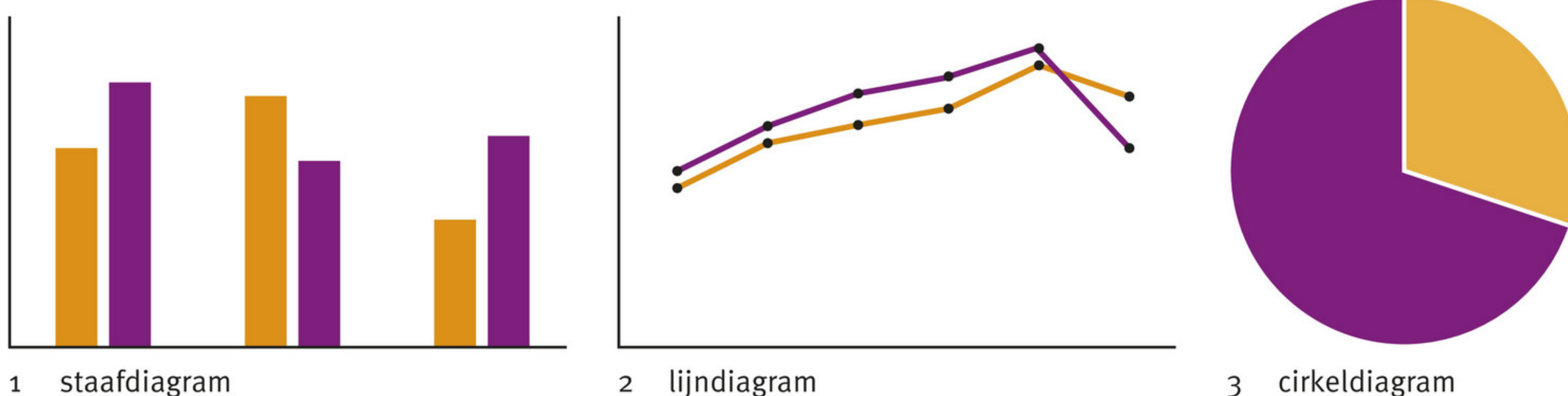
► Basisstof 5 | ► Leerdoel 4.O.17

Resultaten van een onderzoek geef je overzichtelijk weer met behulp van een tabel of een diagram. Je gebruikt een diagram wanneer je veel resultaten hebt of veel verschillende factoren hebt gemeten. Drie typen diagram zijn een staafdiagram, een lijndiagram en een cirkeldiagram (zie afbeelding 1).

Je kunt diagrammen op een computer maken. Het noteren en verwerken van je resultaten met de computer heeft verschillende voordelen:

- Je raakt je resultaten minder snel kwijt dan op (losse) papiertjes.
- Een computer kan de diagrammen voor je maken.
- Diagrammen zien er netter uit.
- Je kunt resultaten en diagrammen gemakkelijk delen met anderen.

Afb. 1 Drie typen diagram (schematisch).



PROGRAMMA'S VOOR JE RESULTATEN

Er zijn verschillende programma's om tabellen en diagrammen te maken. Het meest gebruikte programma is Microsoft Excel (zie afbeelding 2.1 en afbeelding 3). De meeste mensen hebben Microsoft Excel op hun computer of laptop staan. Ook Google Sheets wordt veel gebruikt (zie afbeelding 2.2). Voor dit programma heb je internet nodig. Het voordeel van Google Sheets is dat je met meer mensen tegelijkertijd in een document kunt werken. Mensen die een computer of laptop van het merk Apple hebben, kunnen gebruikmaken van het programma Numbers (zie afbeelding 2.3). Dit programma staat standaard op elke computer of laptop van Apple.

Afb. 2 Apps om tabellen en diagrammen te maken.



Afb. 3 Een werkblad in Excel.

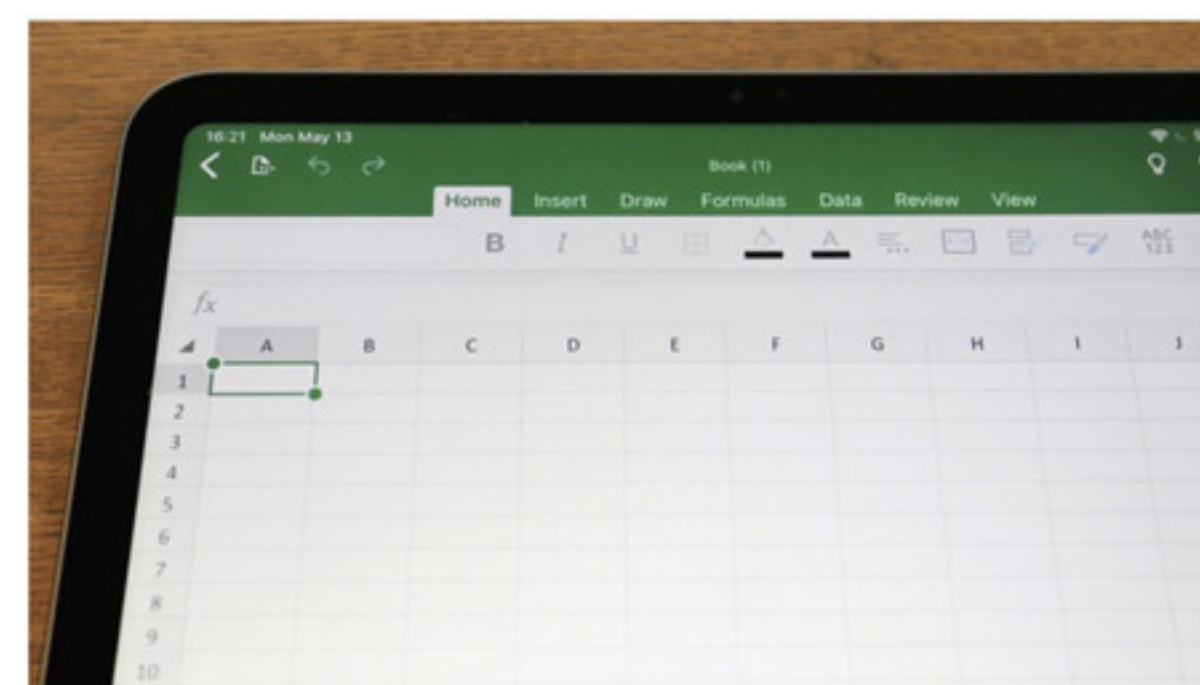


DIAGRAM MAKEN

Om een diagram te maken met de computer, maak je eerst een tabel in het programma. In de tabel zet je de gegevens waar je een diagram van wilt maken. Daarna selecteer je deze tabel. Kies dan het type diagram dat je wilt maken. Het programma maakt automatisch het gewenste diagram. Je kunt het diagram of de grafiek nog aanpassen, bijvoorbeeld door de kleuren te veranderen of bijschriften bij de assen en een legenda toe te voegen.

OPDRACHTEN**1**

Lees de tekst ‘Vruchtbare periode maakt aantrekkelijk?’ in afbeelding 4. Biologen onderzochten of het gezicht van een vrouw aantrekkelijker wordt gevonden in haar vruchtbare periode. Feylin trekt de conclusie dat je aan het gezicht van een vrouw kunt zien wanneer haar vruchtbare periode is, omdat vrouwen meestal aantrekkelijker worden gevonden tijdens de vruchtbare periode.

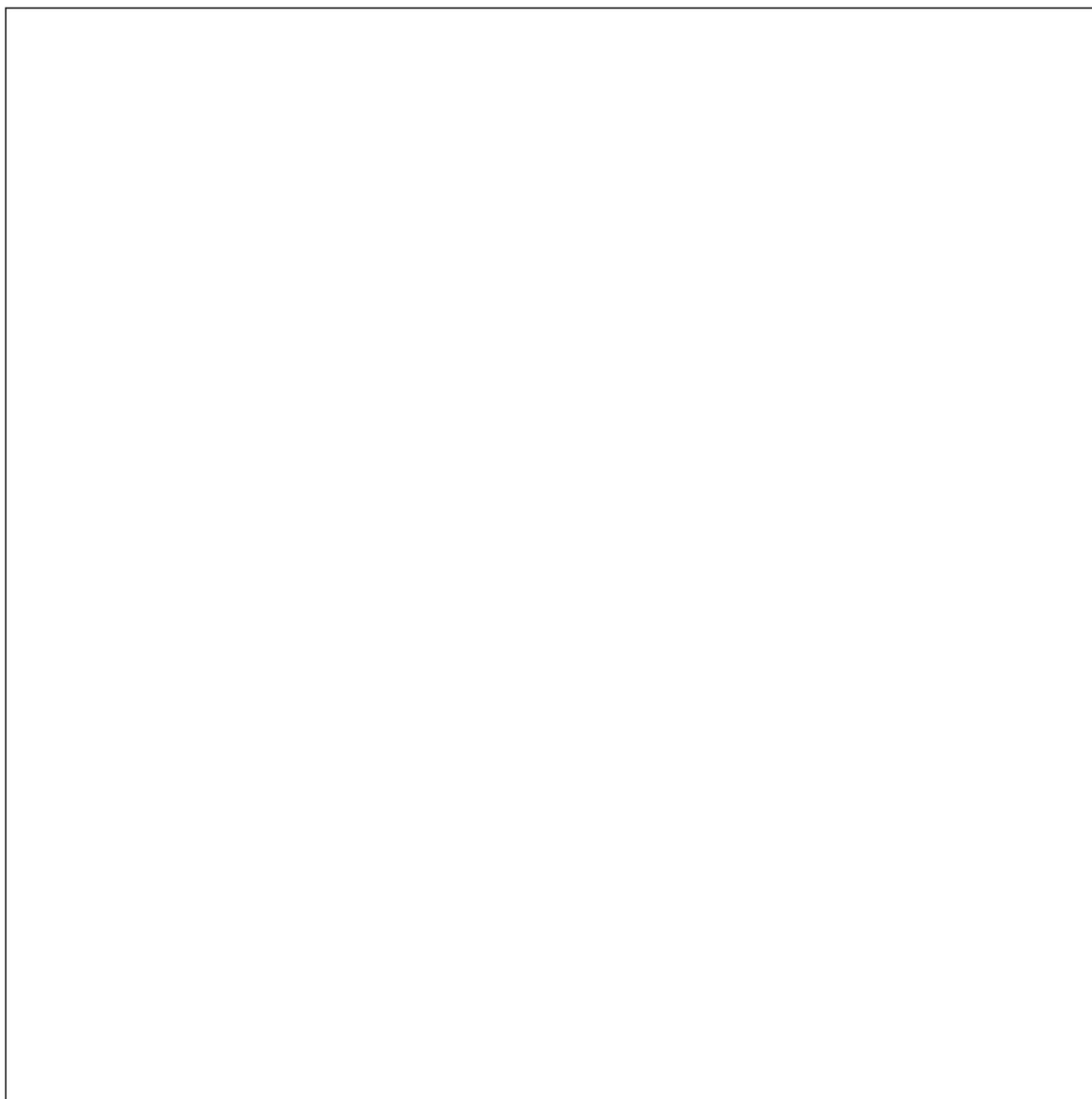
- a** Heeft Feylin gelijk? Leg je antwoord uit.
- b** Maak het staafdiagram in de tabel van afbeelding 4 na in Excel (of een ander programma).

Print het diagram en bewaar het bij deze opdracht.

- c Omdat de resultaten in percentages zijn weergegeven, kun je ook een cirkeldiagram maken.

Maak van de resultaten een cirkeldiagram in Excel (of een ander programma). Zorg ervoor dat de percentages zichtbaar zijn in de cirkel.

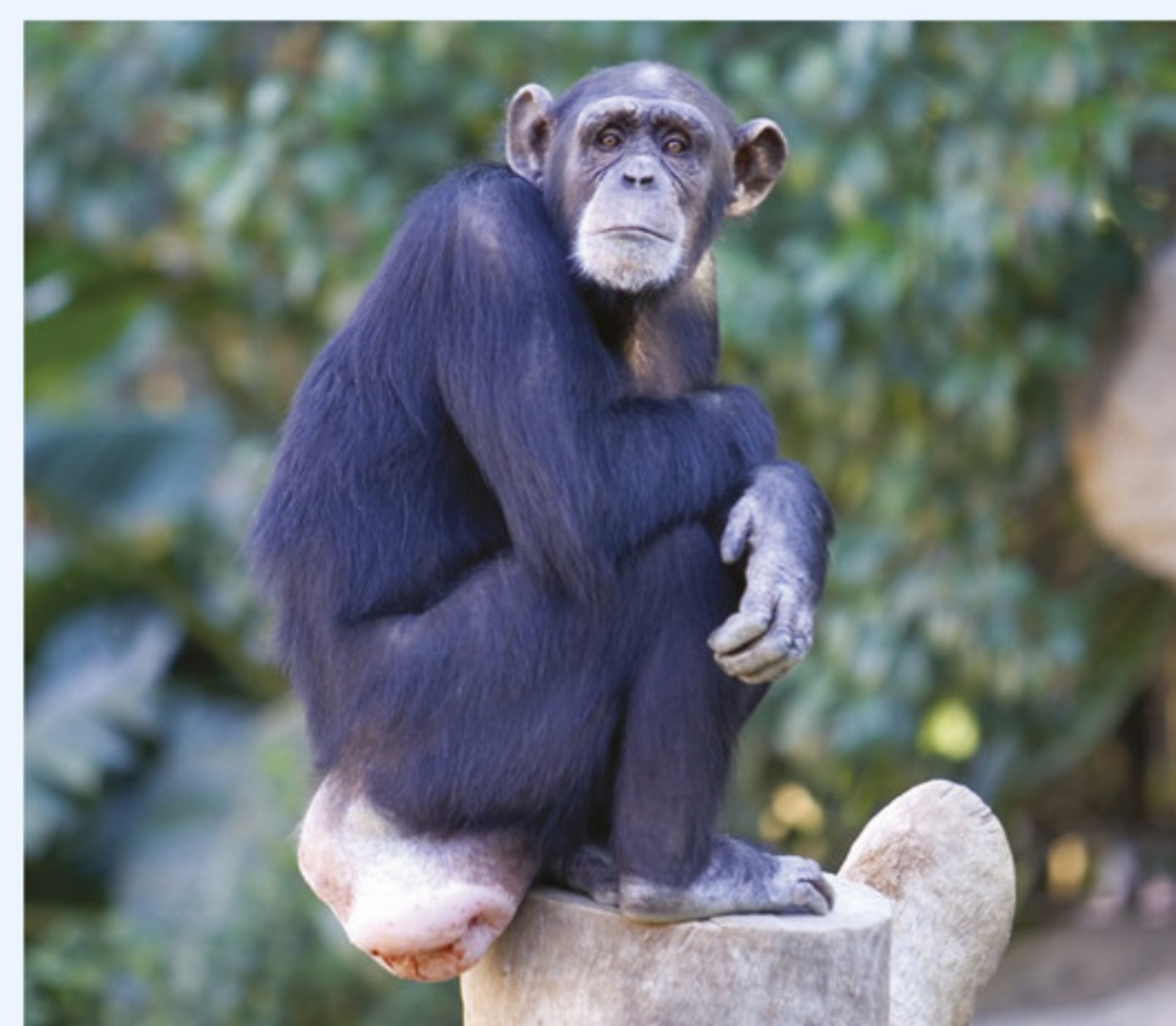
Print het diagram en bewaar het bij deze opdracht.

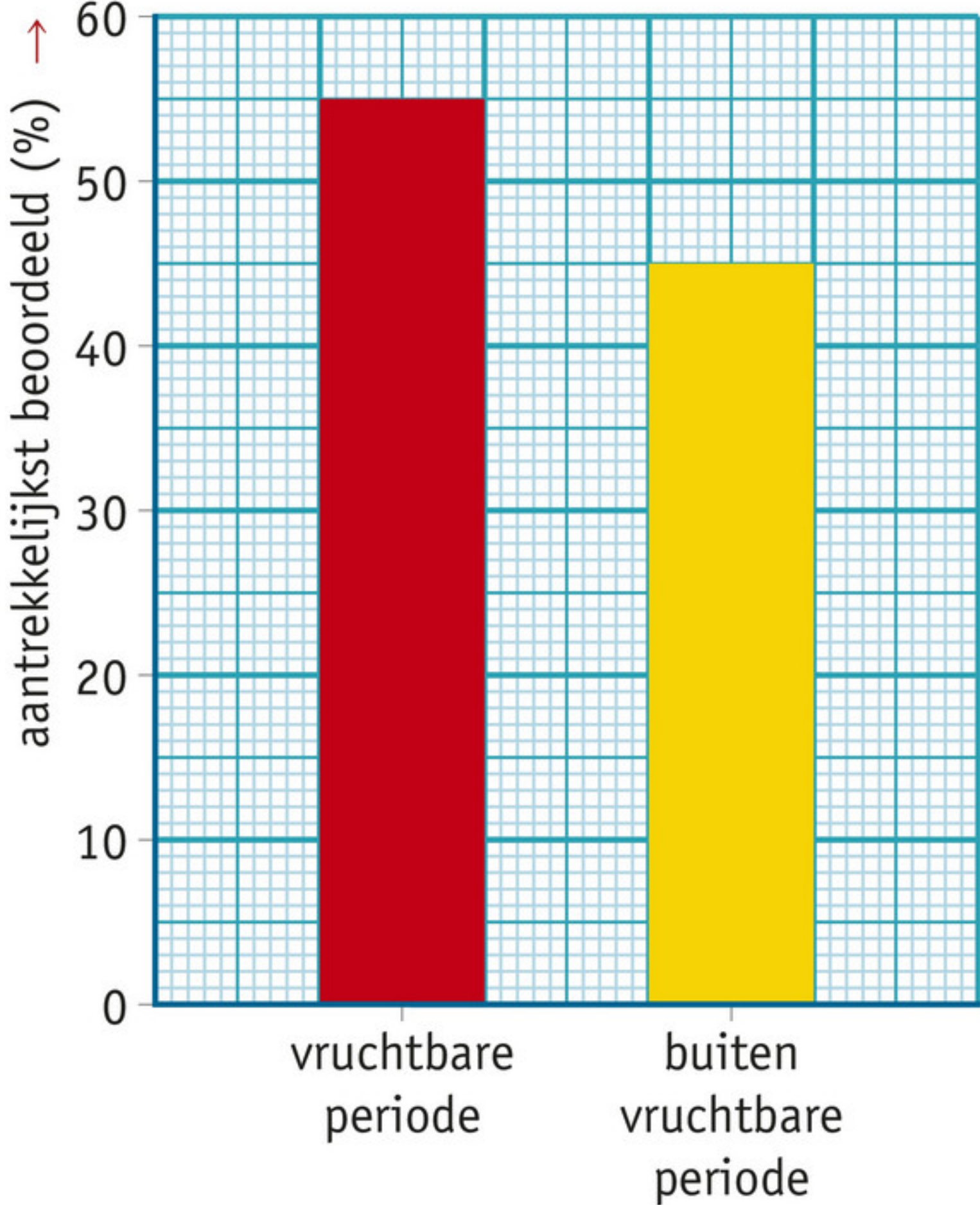


Afb. 4

Vruchtbare periode maakt aantrekkelijk?

Bij veel dieren is duidelijk zichtbaar dat de vruchtbare periode aanbreekt. Bij chimpansees bijvoorbeeld zie je dat de geslachtsdelen opzwellen en roder worden (zie de foto). Maar bij mensen is dat niet zo duidelijk zichtbaar. Of misschien een klein beetje? Onderzoekers van de Universiteit van Newcastle vroegen zich af of de aantrekkelijkheid van het vrouwelijke gezicht varieert gedurende de menstruatiecyclus. Zou het gezicht van een vrouw in de vruchtbare periode aantrekkelijker worden beoordeeld?

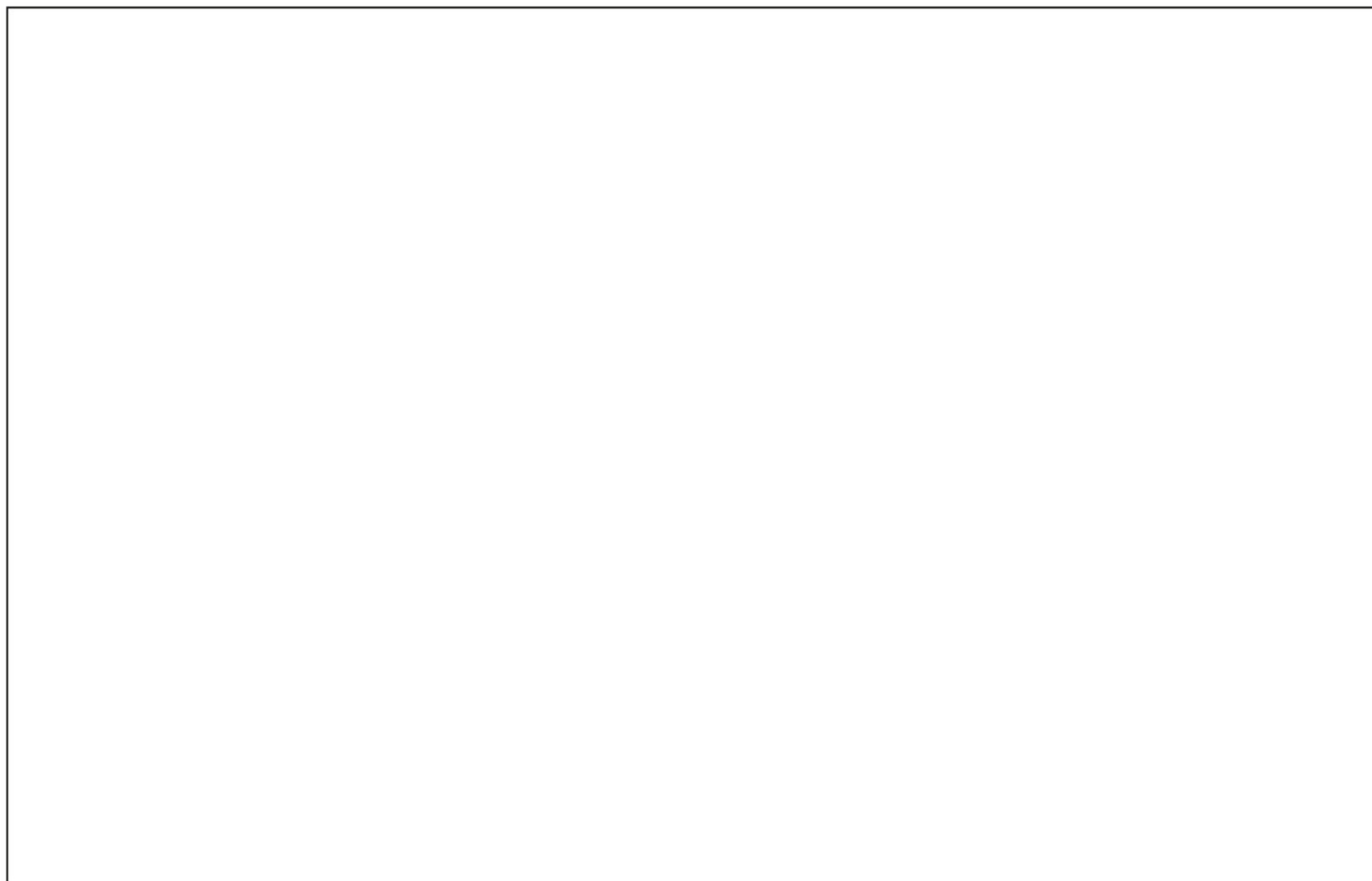


ONDERZOEK	VRUCHTBARE PERIODE EN AANTREKKELIJKHEID						
Onderzoeksvraag	Wordt het gezicht van een vrouw tijdens haar vruchtbare periode aantrekkelijker beoordeeld dan buiten haar vruchtbare periode?						
Hypothese	Het gezicht van een vrouw wordt aantrekkelijker beoordeeld tijdens de vruchtbare periode.						
Werkplan	Van 50 vrouwen in de leeftijd van 19 tot en met 33 jaar wordt twee keer een foto genomen: een keer in de vruchtbare dagen (of de paar dagen ervoor) en twee weken later. Daarna werd aan 250 mensen telkens gevraagd welke van de twee foto's ze het meest aantrekkelijk vonden.						
Resultaten	 <table border="1"> <caption>Resultaten</caption> <thead> <tr> <th>Periode</th> <th>Aantrekkelijkst beoordeeld (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>vruchtbare periode</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>buiten vruchtbare periode</td> <td>45</td> </tr> </tbody> </table>	Periode	Aantrekkelijkst beoordeeld (%)	vruchtbare periode	55	buiten vruchtbare periode	45
Periode	Aantrekkelijkst beoordeeld (%)						
vruchtbare periode	55						
buiten vruchtbare periode	45						

2

In afbeelding 5 staat een onderzoek naar het aantal mensen in Nederland dat zich laat testen op een soa.

- a** Waarom kun je van deze tabel het best een lijndiagram maken?
- b** Maak met de computer een lijndiagram van de gegevens in afbeelding 5.
 - Zet een bijschrift bij de y -as.
 - Zorg ervoor dat bij je diagram een legenda komt.
 - Print het diagram en bewaar het bij deze opdracht.



- c** Twee leerlingen trekken een conclusie uit de resultaten van afbeelding 5.
 Leerling 1: Het aantal heteroseksuele mannen dat een soa-test doet, is hoger dan het aantal homoseksuele mannen dat een soa-test doet.
 Leerling 2: In 2018 was het aantal vrouwen dat een soa-test deed hoger dan het aantal mannen dat een soa-test deed.
 Noteer voor iedere leerling of deze *gelijk* of *ongelijk* heeft en leg uit waarom. Geef bij leerling 2 ook een berekening.

Leerling 1 heeft, want

.....

Leerling 2 heeft, want

.....

Afb. 5

ONDERZOEK	SOA-TESTS IN NEDERLAND			
Onderzoeksvraag	Hoeveel mensen in Nederland laten zich testen voor een soa?			
Werkplan	Van 2014 tot en met 2018 wordt het aantal mensen dat zich laat testen geregistreerd bij de huisartsen en de Centra Seksuele Gezondheid.			
Resultaten	Jaar	Heteroseksuele mannen	Homoseksuele mannen	Vrouwen
	2014	40 856	29 939	70 219
	2015	35 719	34 442	65 991
	2016	35 065	40 340	67 600
	2017	35 242	45 553	69 375
	2018	33 041	49 873	68 710

3

In afbeelding 6 staat een onderzoek naar de betrouwbaarheid van negen manieren van geboorteregeling. De resultaten staan in een tabel.

- a** Maak van de resultaten een staafdiagram met de computer.
 Wanneer er twee getallen staan, neem dan het gemiddelde.
 Zet op de x-as de manieren van geboorteregeling. Zet op de y-as de Pearl-index.
 Geef de y-as ook de titel 'Pearl-index'. Zorg ervoor dat bij je grafiek een legenda komt.
 Print het diagram en bewaar het bij deze opdracht.

Afb. 6

ONDERZOEK	BETROUWBAARHEID VAN NEGEN MANIEREN VAN GEBOORTEREGELING																																
Onderzoeksvraag	Wat zijn betrouwbare manieren van geboorteregeling?																																
Werkplan	Van negen manieren van geboorteregeling wordt bepaald hoeveel zwangerschappen er in een jaar bij honderd seksueel actieve vrouwen in de vruchtbare leeftijd ontstaan, ondanks dat ze een bepaalde manier van geboorteregeling toepassen. De resultaten worden weergegeven met de Pearl-index (het zwangerschapscijfer). De Pearl-index in theorie geeft het percentage zwangerschappen weer als de betreffende methode perfect wordt toegepast. In de praktijk worden er echter af en toe fouten gemaakt in het gebruik.																																
Resultaten	<table><tr><th>Manier van geboorteregeling</th><th>Pearl-index in theorie</th><th>Pearl-index in de praktijk</th></tr><tr><td>1 Condoom</td><td>2</td><td>5–12</td></tr><tr><td>2 De pil</td><td>2–3</td><td>5</td></tr><tr><td>3 Coïtus interruptus</td><td>1</td><td>12–38</td></tr><tr><td>4 Periodieke onthouding</td><td>3,3</td><td>6-49</td></tr><tr><td>5 NuvaRing</td><td>0,4</td><td>0,5–2</td></tr><tr><td>6 Prikpil</td><td>0,1</td><td>0,5</td></tr><tr><td>7 Vrouwencondoom</td><td>2,6</td><td>3–5</td></tr><tr><td>8 Spiraaltje</td><td>0,2</td><td>1–3</td></tr><tr><td>9 Sterilisatie</td><td>0,25</td><td>0,5</td></tr></table>			Manier van geboorteregeling	Pearl-index in theorie	Pearl-index in de praktijk	1 Condoom	2	5–12	2 De pil	2–3	5	3 Coïtus interruptus	1	12–38	4 Periodieke onthouding	3,3	6-49	5 NuvaRing	0,4	0,5–2	6 Prikpil	0,1	0,5	7 Vrouwencondoom	2,6	3–5	8 Spiraaltje	0,2	1–3	9 Sterilisatie	0,25	0,5
Manier van geboorteregeling	Pearl-index in theorie	Pearl-index in de praktijk																															
1 Condoom	2	5–12																															
2 De pil	2–3	5																															
3 Coïtus interruptus	1	12–38																															
4 Periodieke onthouding	3,3	6-49																															
5 NuvaRing	0,4	0,5–2																															
6 Prikpil	0,1	0,5																															
7 Vrouwencondoom	2,6	3–5																															
8 Spiraaltje	0,2	1–3																															
9 Sterilisatie	0,25	0,5																															

- b** In de tabel staan manieren van geboorteregeling ingedeeld naar betrouwbaarheid. Trek een conclusie uit dit onderzoek door de tabel verder in te vullen.

Gemiddelde Pearl-index in de praktijk	Beoordeling	Geboorteregeling
0-3	Zeer betrouwbaar	
3-5	Redelijk betrouwbaar	
Groter dan 5	Onbetrouwbaar	

- c** Wat is het voordeel van het staafdiagram dat je hebt gemaakt, vergeleken met de tabel in afbeelding 5?
- d** Uit het onderzoek blijkt dat het condoom en het vrouwencondoom in de praktijk niet de meest betrouwbare voorbehoedsmiddelen zijn. Leg uit waarom het toch verstandig kan zijn voor een van deze voorbehoedsmiddelen te kiezen.
- e** Een derde van de pilgebruikers vergeet de pil regelmatig op tijd in te nemen. Wordt de Pearl-index voor de pil in de praktijk hierdoor hoger of lager? Leg je antwoord uit.

Practica

1

ZAADCELLEN

► Basisstof 3 | ► Leerdoel 4.3.6

 20-30 minuten

WAT GA JE DOEN?

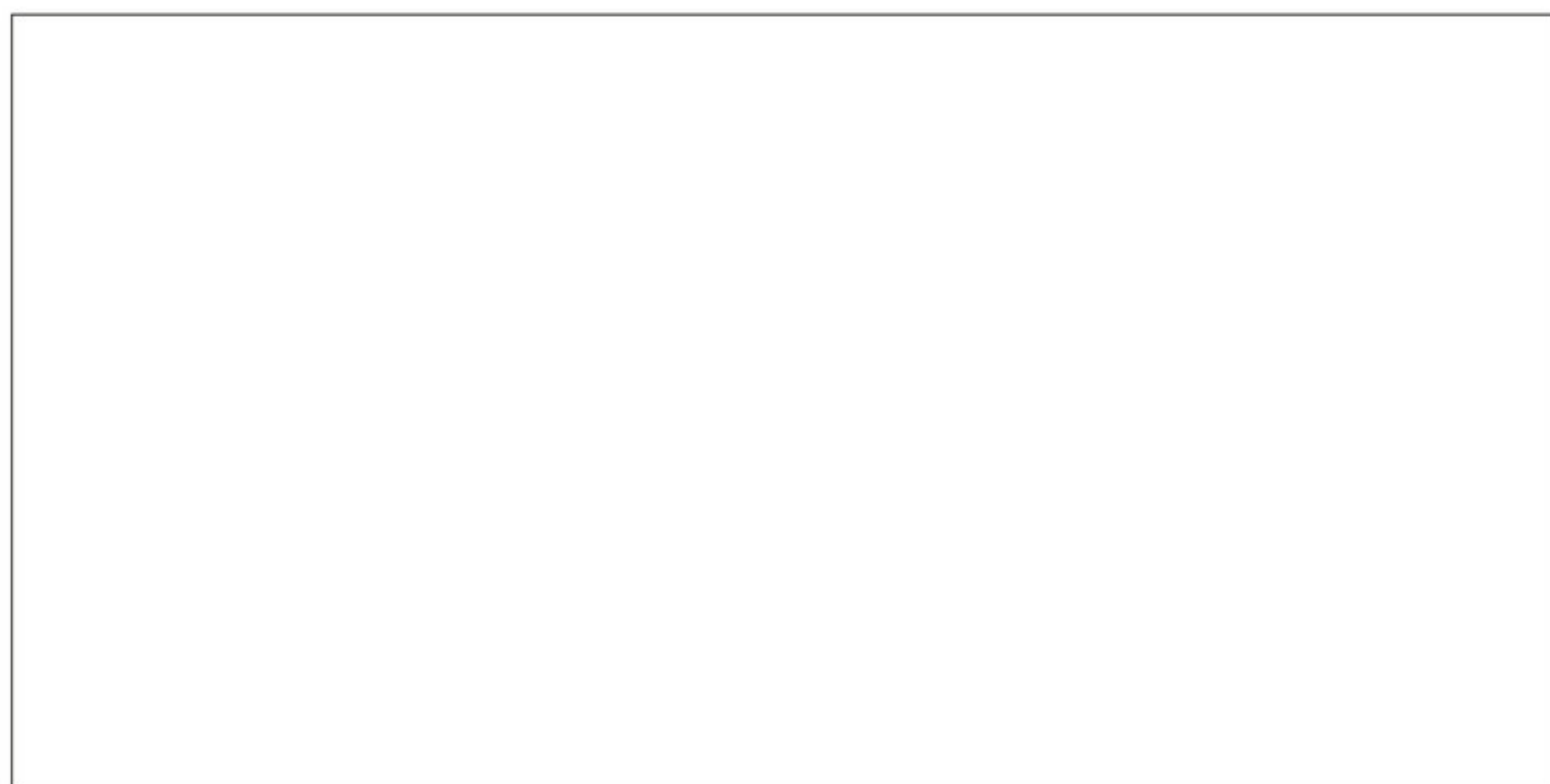
In dit practicum bekijk je een preparaat van zaadcellen. Van één zaadcel maak je een tekening.

BENODIGDHEDEN

- ☐ een microscoop
- ☐ een klaargemaakt preparaat van zaadcellen
- ☐ tekenmateriaal

WERKWIJZE

- Bekijk het preparaat onder de microscoop bij een vergroting van 40×. Zoek een stukje op waar je een zaadcel goed kunt zien.
- Bekijk de zaadcel bij een vergroting van 400×.
- Maak een tekening van de zaadcel. Geef de volgende delen aan: *kop* – *zweepstaart*.



2

EICELLEN

► Basisstof 3 | ► Leerdoel 4.3.6

 20-30 minuten

WAT GA JE DOEN?

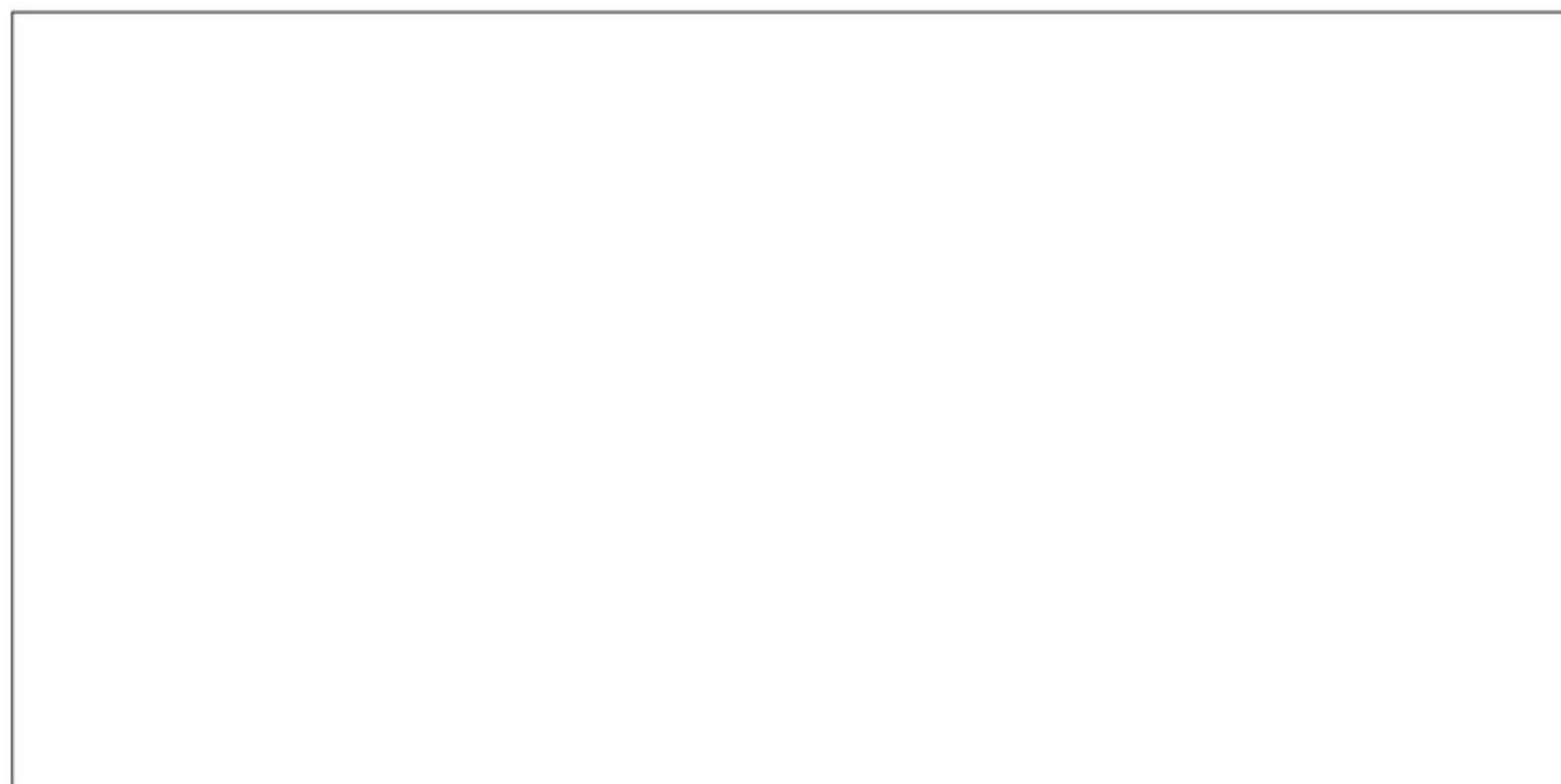
In dit practicum bekijk je een preparaat van een eierstok. In deze eierstok zitten eicellen. Van één eicel maak je een tekening.

BENODIGDHEDEN

- ☐ een microscoop
- ☐ een klaargemaakt preparaat van een eierstok met eicellen
- ☐ tekenmateriaal

WERKWIJZE

- Bekijk het preparaat onder de microscoop bij een vergroting van 40×. Zoek een stukje op waar je een eikel goed kunt zien.
- Bekijk de eikel bij een vergroting van 400×.
- Maak een tekening van de eikel.

**3****EEN CONDOOM OMDOEN**

► Basisstof 5 | ► Leerdoelen 4.5.10 en 4.5.11

 15-25 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit demonstratiepracticum doet je docent voor hoe je een condoom omdoet bij een plastic penis. De docent laat ook zien wat je met een condoom doet na de zaadlozing.

Afb. 1

**OPDRACHT****1**

- a Waarom moet de penis in erectie zijn als je een condoom omdoet?
- b Waarom moet je voorzichtig zijn met scherpe nagels bij het omdoen van een condoom?
- c Waarom moet je na de zaadlozing de onderkant van het condoom stevig vasthouden bij het terugtrekken van de penis?
- d Waarom moet je het condoom controleren voordat je het weggooit?

4

SOA-TESTS

► Basisstof 5 | ► Leerdoel 4.5.11

 30-45 minuten**WAT GA JE DOEN?**

In dit practicum onderzoek je waar je bij jou in de buurt terecht kunt voor een soa-test.

BENODIGDHEDEN

☐ een computer met internet

WERKWIJZE

- Zoek op internet minstens drie organisaties die soa-tests aanbieden.
- Zoek voor deze drie organisaties het antwoord op de volgende vragen:
 - Hoe ver is de organisatie van je huis? Of is het online?
 - Kun je een test thuis doen, of op locatie van de organisatie?
 - Kun je anoniem een test laten doen?
 - Zijn de tests gratis?
 - Moet je een afspraak maken voor een test?
 - Worden de tests aangeboden door professionals of door vrijwilligers?
- Zet je antwoorden in de tabel. Als je andere kenmerken tegenkomt die je wilt onthouden, zet die dan ook in de tabel.
- Vergelijk je tabel met die van enkele klasgenoten. Misschien heeft een klasgenoot een organisatie gevonden die jij niet hebt, maar die wel in jouw buurt is. Zet dan de gegevens van die organisatie ook in je tabel.

Organisatie				
Afstand van huis				
Locatie test				
Anoniem?				
Gratis?				
Op afspraak?				
Professionals of vrijwilligers?				

Samenvatting

BASIS 1

DE PUBERTEIT

1 Je kunt primaire en secundaire geslachtskenmerken noemen.

- Geslacht (seks): man of vrouw.
 - Interseks: de geslachtskenmerken verschillen van de norm (man of vrouw), het lichaam heeft zowel mannelijke als vrouwelijke kenmerken.
- Geslachtskenmerken: lichamelijke kenmerken waaraan je het geslacht herkent.
- Primaire geslachtskenmerken zijn al bij de geboorte aanwezig.
 - bij jongens: o.a. balzak en penis
 - bij meisjes: o.a. schaamlippen en vagina
- Secundaire geslachtskenmerken ontstaan vanaf ongeveer het tiende levensjaar.
 - bij jongens: o.a. borsthaar, baardgroei, zwaardere stem, gespierde lichaamsbouw
 - bij meisjes: o.a. borsten, brede heupen, ronde lichaamsvormen

2 Je kunt de lichamelijke en geestelijke veranderingen in de puberteit beschrijven.

- Lichamelijke veranderingen in de puberteit.
 - Er vindt een snelle groei plaats (groeispurt).
 - De voortplantingsorganen gaan functioneren.
 - De secundaire geslachtskenmerken ontstaan.
- Geestelijke veranderingen in de puberteit.
 - Meer belangstelling krijgen voor andere mensen.
 - Soms verliefd worden op iemand.
 - Seksualiteit begint een belangrijke rol te spelen in het leven.
 - Je stelt je zelfstandiger op naar je ouders.
 - Anders omgaan met vrienden en vriendinnen, vaker vriendschappen in groepjes.
 - Soms boos, onzeker, eenzaam of verdrietig voelen.

BASIS 2

EEN VROUW

3 Je kunt de delen van het voortplantingsstelsel van een vrouw noemen met hun functies en kenmerken.

- Eierstokken: hierin vindt de ontwikkeling van de eicellen plaats.
 - Eicellen zijn de vrouwelijke geslachtscellen.
 - De ontwikkeling van de eicellen begint in de puberteit onder invloed van hormonen uit de hypofyse.
 - Een eikel bevat veel reservevoedsel.
- Baarmoeder: hierin kan een bevruchte eikel zich ontwikkelen tot een kind.
- Clitoris: gevoelig voor prikkels die een fijn gevoel geven.
 - clitoriseikel: gevoelig 'knopje' dat zichtbaar is aan de buitenkant
 - clitorishoed: huidplooï om de clitoriseikel
 - zwellichamen: vullen zich met bloed als de vrouw seksueel opgewonden raakt
- Buitenste schaamlippen: de dikke, behaarde huidplooïen.
- Binnenste schaamlippen: de dunne, gladde huidplooïen.
 - In de wand liggen klieren die bij seksuele opwindings slijm produceren.
 - Na de puberteit zijn de binnenste schaamlippen bij de meeste vrouwen groter dan de buitenste.
- Vagina: is aan de binnenkant bekleed met slijmvlies.
 - Rond de opening kan een randje weefsel zitten: het maagdenvlies.
 - Bij menstruatie worden slijmvlies en bloed via de vagina afgevoerd.

4 Je kunt de menstruatiecyclus beschrijven.

- Ovulatie (eisprong): het vrijkomen van een eikel uit een eierstok.
 - Een eikel blijft na de ovulatie 12 tot 24 uur in leven.
 - Als de eikel wordt bevrucht, kan hij wel in leven blijven.
- Menstruatie (ongesteld zijn): maandelijks afstoten van baarmoederslijmvlies en bloed.
- Menstruatiecyclus:
 - dag 1: begin van de menstruatie, afbraak baarmoederslijmvlies
 - dag 5 (ongeveer): begin opbouw baarmoederslijmvlies
 - dag 14 (ongeveer): ovulatie
 - dag 28: laatste dag van de cyclus, einde opbouw baarmoederslijmvlies

BASIS 3

EEN MAN**5 Je kunt de delen van het voortplantingsstelsel van een man noemen met hun functies en kenmerken.**

- Balzak: huidplooï waarin teelballen en bijballen liggen. De temperatuur is iets lager dan die in de buikholte. Dat is gunstig voor de ontwikkeling van zaadcellen (spermacellen).
 - teelballen: produceren onder invloed van stimulerende hormonen uit de hypofyse zaadcellen
 - bijballen: tijdelijk opslaan van zaadcellen
- Zaadleiders: vervoeren van zaadcellen.
- Zaadblaasjes: voegen vocht en voedingsstoffen toe aan de zaadcellen.
- Prostaat: voegt vocht toe aan de zaadcellen.
- Urinebuis: vervoeren van urine en sperma.
 - Sperma bestaat uit zaadcellen en vocht uit de zaadblaasjes en de prostaat.
- Penis: sperma inbrengen in een vagina.
 - zwellichamen: brengen de penis in erectie
 - eikel: gevoelig voor prikkels die een fijn gevoel geven
 - voorhuid: huidplooï om de eikel
- Geslachtsgemeenschap: de penis beweegt op en neer in de vagina van een vrouw.
 - Bij een zaadlozing komt sperma met schokken uit de penis.

6 Je kunt de kenmerken van zaadcellen en eicellen noemen.

Zaadcellen	Eicellen
Erg klein	In verhouding groot
Kunnen zelf bewegen (met de zweepstaart)	Kunnen niet zelf bewegen
Bevatten geen reservevoedsel	Bevatten veel reservevoedsel
Vele miljoenen per zaadlozing	Meestal één eikel per vier weken

BASIS 4

SEKS ENZO

7 Je kunt omschrijven wat onder seksualiteit wordt verstaan.

- Seksualiteit bij de mens: alle gedachten, gevoelens en handelingen die te maken hebben met lust en opwinding.
- Seksualiteit speelt een rol bij:
 - intimiteit (een gevoel van verbondenheid in een liefdesrelatie)
 - lustbeleving (opwinding, lust, plezier)
 - voortplanting (geslachtsgemeenschap, zwangerschap)
- Orgasme (klaarkomen): een lekker gevoel door prikkeling van de eikel (van de penis of de clitoris).
 - Een man krijgt een zaadlozing.
 - Bij een vrouw spannen spieren rond de vagina zich aan.
- Zelfbevrediging (masturbatie): bij jezelf zorgen voor een orgasme.
- Porno(grafie): foto's, films en tekst met het doel om mensen seksueel te prikkelen.
 - Porno geeft geen realistisch beeld van seksualiteit.

8 Je kunt benoemen hoe gender en seksuele oriëntatie kunnen verschillen.

- Seksuele oriëntatie: tot welk geslacht iemand zich seksueel aangetrokken voelt.
 - heteroseksueel: valt op mensen van het andere geslacht
 - homoseksueel: valt op mensen van hetzelfde geslacht
 - biseksueel: valt op mensen van beide geslachten
 - asexueel: voelt geen seksuele aantrekking
- Geslacht: lichamelijke geslachtskenmerken, bijv. penis of vulva.
- Gender: optelsom van eigenschappen en gedragingen die mannelijk of vrouwelijk worden gevonden, bijv. stoer of zorgzaam.
 - Genderidentiteit: of iemand zich mannelijk, vrouwelijk of iets daartussenin voelt.
 - Transgender: het geslacht (lichaam) komt niet overeen met de genderidentiteit (gevoel).

9 Je kunt benoemen hoe je wensen en grenzen kunt bewaken en respecteren in een seksuele relatie.

- Een gezonde seksuele relatie:
 - Jullie willen het allebei.
 - Jullie zijn gelijkwaardig.
 - Jullie hebben respect voor elkaar.
 - Jullie vertrouwen elkaar.
 - Jullie zeggen het eerlijk als je iets niet wilt of juist wel.
- Wensen: dingen die je fijn vindt, die je graag zou willen op het gebied van seks.
- Grenzen: dingen die je niet wilt (doen) op het gebied van seks.
- Seksueel grensoverschrijdend gedrag: iemand maakt seksuele opmerkingen of verricht seksuele handelingen, terwijl jij dat niet wilt.
 - Ongewenste intimiteiten: iemand raakt je aan terwijl je dat niet wilt.
 - Seksueel geweld: iemand dwingt je tot seksueel contact, bijv. aanranding, verkrachting, seksuele handelingen voor de webcam, loverboys.
 - Wat wel of niet grensoverschrijdend is, verschilt per persoon.
- Wensen en grenzen bewaken en respecteren:
 - Praat met elkaar over wat je wel en niet wilt.
 - Laat zonder woorden merken wat je wel of niet wilt.
 - Zeg het duidelijk als je iets niet wilt. Zeg dat de ander moet stoppen.
 - Doe niks tegen je zin, en doe ook niks wat de ander niet wil.

BASIS 5

VEILIG VRIJEN

10 Je kunt enkele methoden voor geboorteregeling noemen en hun werking uitleggen.

- Geboorteregeling: een vrouw bepaalt (meestal samen met een man) of zij een kind wil of niet.
- Onbetrouwbare methoden:
 - periodieke onthouding (geen geslachtsgemeenschap hebben in de vruchtbare periode rond de ovulatie)
 - coïtus interruptus (de man trekt zijn penis vlak voor de zaadlozing terug uit de vagina)
- Condoom: een rubber hoesje dat je om de penis doet.
 - Het sperma wordt opgevangen in het condoom, het komt niet in de vagina.
 - Een condoom beschermt ook tegen soa's.
- De pil: een pil die de vrouw elke dag op dezelfde tijd slikt.
 - De pil bevat hormonen waardoor geen ovulatie plaatsvindt.
 - De pil beschermt niet tegen soa's.
- Noodmaatregelen als er bij geslachtsgemeenschap iets is misgegaan:
 - morning-afterpil: mogelijk tot drie dagen na de geslachtsgemeenschap
 - abortus: toegestaan tot de 24e week van de zwangerschap

11 Je kunt enkele soa's noemen en uitleggen hoe je die kunt voorkomen.

- Soa's: seksueel overdraagbare aandoeningen of geslachtsziekten.
 - Ziekten die je alleen kunt krijgen via intiem lichamelijk contact met een besmet persoon.
- Soa's voorkomen je door een condoom te gebruiken.
- Chlamydia: de meest voorkomende soa in Nederland.
 - De ziekteverwekker is een bacterie.
 - Ziekteverschijnselen: soms een (waterige) afscheiding uit de urinebuis of vagina, pijn bij het plassen of bloedverlies uit de vagina.
 - Onbehandelde chlamydia kan bij vrouwen leiden tot onvruchtbaarheid.
- Aids: de meest bekende soa.
 - De ziekteverwekker is een virus (hiv).
 - Bij een aidspatiënt is het afweersysteem tegen alle ziekteverwekkers aangetast. Daardoor heeft een aidspatiënt geen specifieke ziekteverschijnselen.
 - Besmetting kan plaatsvinden via bloed, sperma, vaginaal vocht of voorvocht.
 - Een seropositief persoon is besmet met hiv, maar is nog niet ziek.
 - Aids wordt behandeld met hiv-remmers, die de ziekte vertragen maar niet genezen.
- Andere soa's: o.a. genitale wratten, genitale herpes.

BASIS 6

ZWANGERSCHAP

12 Je kunt beschrijven hoe de bevruchting bij de mens verloopt.

- Zaadcellen bewegen door de baarmoeder naar de eileiders.
- Bevruchting: het versmelten van de kern van een zaadcel met de kern van een eicel.
 - Bevruchting vindt plaats in een eileider.
 - Bevruchting is mogelijk in de vruchtbare periode (van ongeveer drie dagen vóór de ovulatie tot één dag na de ovulatie).
 - Een eicel kan maar door één zaadcel worden bevrucht. De buitenste laag van de eicel wordt ondoordringbaar nadat de kop van een zaadcel is binnengedrongen.
- Een bevruchte eicel deelt zich een aantal keren. Het klompje cellen dat zo ontstaat, wordt naar de baarmoeder vervoerd.

13 Je kunt beschrijven hoe een zwangerschap verloopt.

- Innesteling: het klompje cellen zet zich vast in het baarmoederslijmvlies.
 - Het klompje cellen groeit uit tot embryo. Vanaf de achtste week na de bevruchting wordt het embryo foetus genoemd.
 - In de eerste weken van de zwangerschap zorgt het baarmoederslijmvlies voor de voeding. Daarna ontstaat in de baarmoederwand de placenta.
 - Tijdens de zwangerschap treden geen menstruaties op.
- Placenta (moederkoek): deel van de baarmoederwand waar bloed in bloedvaten van het embryo vlak langs bloed van de moeder stroomt.
 - Het bloed van de moeder blijft gescheiden van het bloed van het embryo.
 - Zuurstof en voedingsstoffen gaan van het bloed van de moeder naar het bloed van het embryo.
 - Afvalstoffen gaan van het bloed van het embryo naar het bloed van de moeder.
- Navelstreng: verbindt het embryo met de placenta.
 - Door bloedvaten stroomt bloed van het embryo naar de placenta en terug.
- Twee vruchtvliezen en vruchtwater: beschermen het embryo tegen stoten, tegen uitdroging en tegen wisseling van temperatuur.
 - In het vruchtwater kan het embryo zich gemakkelijk bewegen.

14 Je kunt uitleggen wat prenataal onderzoek is en hiervan voorbeelden noemen.

- Prenataal onderzoek ('voor de geboorte'): onderzoek tijdens de zwangerschap.
 - Onderzoeken of de vrouw een verhoogde kans heeft op een kind met een aangeboren afwijking.
 - Om het geslacht van de foetus te bepalen.
- Echoscopie (echo): met geluidsgolven wordt een beeld gemaakt van de foetus in de baarmoeder.
 - Na ongeveer tien weken: bepalen hoelang de vrouw precies zwanger is.
 - Na ongeveer twintig weken: opsporen van afwijkingen in de ontwikkeling van de foetus. Ook is het mogelijk om het geslacht van de foetus te zien.
- Combinatietest: bloedonderzoek en nekplooiemeting.
 - Bloedonderzoek: bij de moeder wordt bloed afgenomen en onderzocht.
 - Nekplooiemeting: bij de echo wordt de nekplooi van de baby gemeten.
- NIPT: niet-invasieve prenatale test.
 - Bij de moeder wordt bloed afgenomen en onderzocht. In het bloed zit een beetje DNA van de placenta. Dit is bijna altijd hetzelfde DNA als dat van het kind.
 - Uit het bloedonderzoek kan blijken dat er een verhoogde kans is op een kind met een aangeboren afwijking.

EXTRA 7**MEER VOORBEHOEDSMIDDELEN****15 Je kunt andere manieren noemen om zwangerschap te voorkomen.**

- NuvaRing, anticonceptiepleister, anticonceptiestaaftje, prikpil.
 - Hormonen voorkomen dat ovulatie plaatsvindt.
 - Bij goed gebruik even betrouwbaar als de pil.
- Vrouwencondoom: wordt voor het vrijen in de vagina ingebracht.
 - Het vrouwencondoom is betrouwbaar.
 - Het condoom beschermt ook tegen soa's.
- Spiraaltje: wordt in de baarmoeder ingebracht.
 - Kan gedurende ongeveer vijf jaar zwangerschap verhinderen.
 - Koperspiraaltje: tast zaadcellen aan en verhindert innesteling.
 - Hormoonspiraaltje: de werking van hormonen gaat bevruchting en innesteling tegen.
 - Het spiraaltje is erg betrouwbaar.

- Sterilisatie: de man of vrouw wordt onvruchtbaar gemaakt.
 - Zaadleiders of eileiders worden onderbroken.
 - De ingreep is erg betrouwbaar.

EXTRA 8

DE GEBOORTE

16 Je kunt beschrijven hoe een bevalling verloopt.

- De geboorte begint met de weeën: samentrekkingen van spieren in de baarmoederwand.
- Ontsluiting: de baarmoederhals en de baarmoedermond worden wijder.
 - De vruchtvliezen breken en het vruchtwater vloeit weg via de vagina.
- Uitdrijving: het kind komt ter wereld door krachtige persweeën.
 - Meestal komt het hoofdje het eerst tevoorschijn.
- Bevalling:
 - Normale bevalling: eerst komt het hoofdje naar buiten.
 - Stuitligging: eerst komt het kontje of een voetje naar buiten.
 - Dwarsligging: het kind kan niet via de vagina worden geboren, het komt ter wereld via een keizersnede.
- Nageboorte: de placenta, de resten van de navelstreng en de vruchtvliezen worden uitgedreven.
- Navel: hier zat de navelstreng vast aan de foetus.

ONDERZOEK

LEREN ONDERZOEKEN & PRACTICA

17 Je kunt resultaten digitaal verwerken in een tabel of grafiek.

 Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.

5

Erfelijkheid en evolutie

Het DNA in de celkern bevat informatie voor al je erfelijke eigenschappen. Ouders geven hun DNA door aan hun nakomelingen. Door kleine veranderingen in het DNA kunnen soorten ontstaan en verdwijnen.

BASISSTOF

1	Genotype en fenotype	98
2	Chromosomen	106
3	Genen en allelen	116
4	De evolutietheorie	125
5	Geschiedenis van het leven op aarde	133
6	DNA-technieken	144
	Samenhang	156
	<i>Genengesleutel geeft gespiegelde slak</i>	

EXTRA STOF

7	Transcriptie	158
8	Dominant en recessief	162

ONDERZOEK

	Leren onderzoeken	166
	Practica	168

AFSLUITING

	Samenvatting	172
	Diagnostische toets	





1 Genotype en fenotype

LEERDOELEN

- 5.1.1 Je kunt omschrijven wat het genotype en het fenotype zijn.
- 5.1.2 Je kunt uitleggen dat cellen alleen de erfelijke informatie gebruiken die ze nodig hebben.

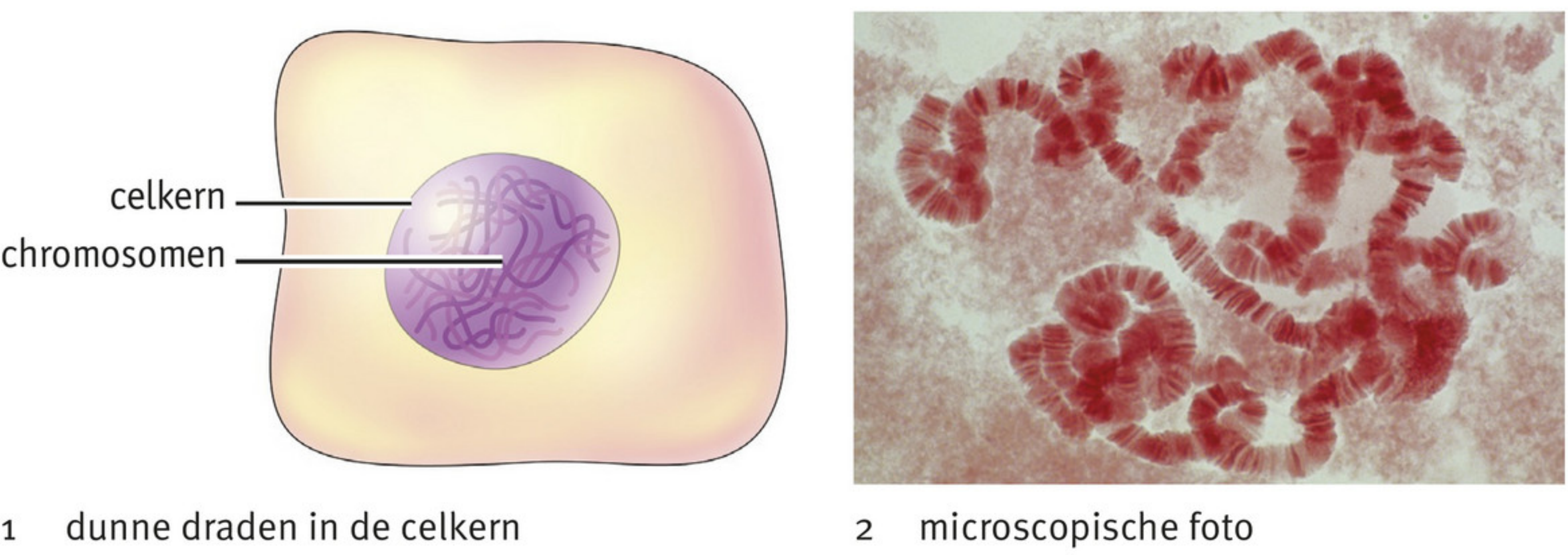
TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN	
	5.1.1	5.1.2
Onthouden	2a	
Begrijpen	2bc, 3, 5	1, 4, 5
Toepassen	6a, 7ab, 10ab	8, 9, 10ab
Analyseren	6b, 7c, 10c	10c

Je lichaam is opgebouwd uit cellen. Alle cellen hebben een celkern met daarin de informatie voor je erfelijke eigenschappen. Die informatie heb je gekregen van je ouders.

ERFELIJKE INFORMATIE

De cellen waaruit je lichaam is opgebouwd, heten **lichaamscellen**. Elke celkern van elke lichaamscel bevat 46 chromosomen (zie afbeelding 1). **Chromosomen** liggen als dunne draden in de celkern. Ze bestaan voor een groot deel uit de stof **DNA**. In deze stof is de informatie opgeslagen voor je erfelijke eigenschappen.

Afb. 1 Chromosomen.

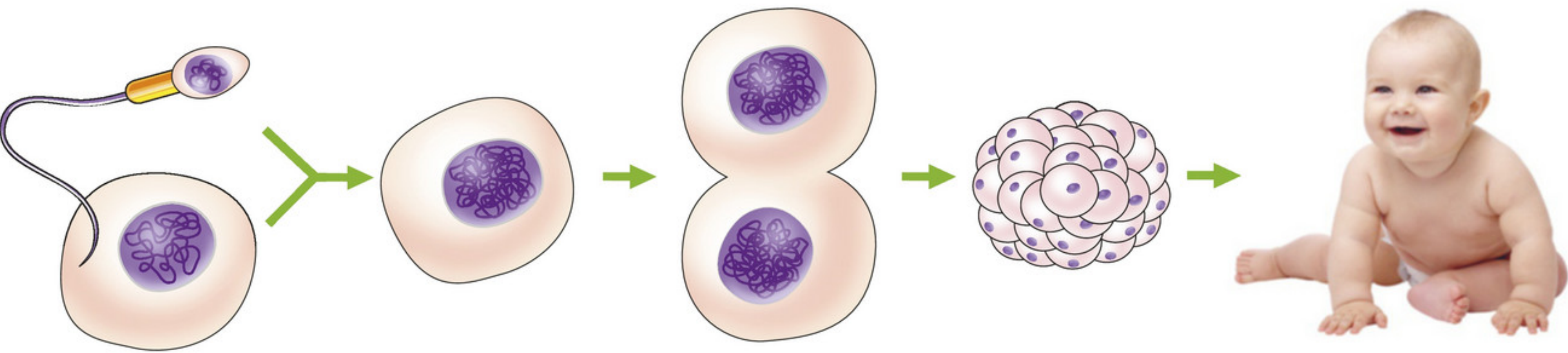


1 dunne draden in de celkern

2 microscopische foto

Al je lichaamscellen zijn door celdeling ontstaan uit één enkele, bevruchte eicel. Bij elke **celdeling** worden eerst de chromosomen gekopieerd (zie afbeelding 2). Daarna deelt de cel zich. Elke **dochtercel** krijgt een complete set chromosomen. Daardoor bevat elke celkern van elke lichaamscel dezelfde informatie. Deze informatie erf je van je ouders (de helft van je moeder, de helft van je vader).

Afb. 2 Bevruchting en celdeling.



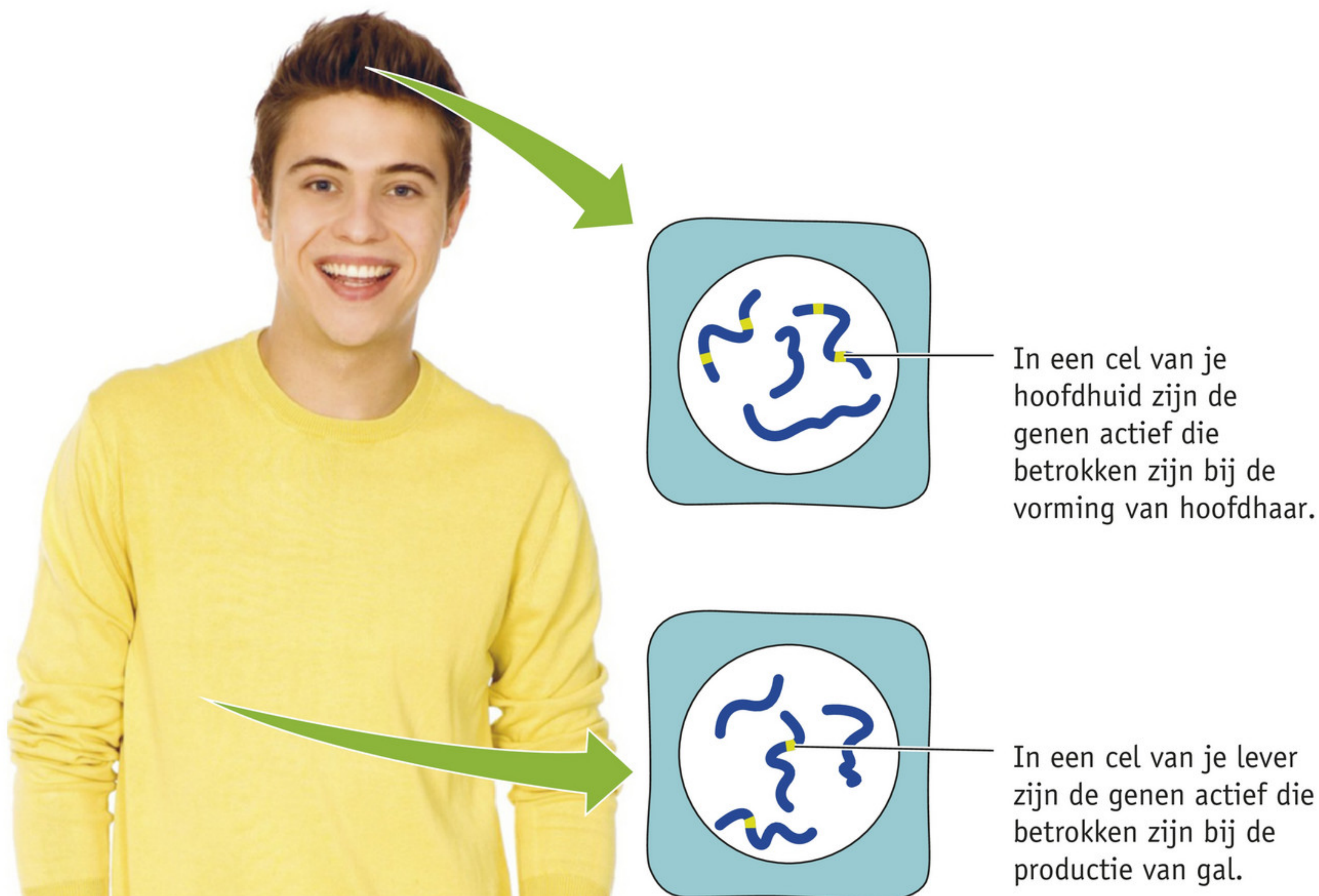
GENOTYPE

Het DNA bevat informatie over duizenden eigenschappen. Voor elke eigenschap zijn meerdere stukjes DNA nodig. De stukjes DNA die samen de informatie bevatten voor een eigenschap, vormen een **gen**. Het DNA in één celkern, dus alle genen samen, bevat de informatie voor al je erfelijke eigenschappen. Deze complete informatie noem je het **genotype**. Het genotype ontstaat op het moment van bevruchting.

Een cel gebruikt alleen de genen die hij nodig heeft. De andere genen zijn niet actief. Welke genen actief zijn, hangt af van de plaats in het lichaam waar de cel zich bevindt (zie afbeelding 3). In levercellen bijvoorbeeld zijn de genen actief die ervoor zorgen dat de cellen gal produceren. De genen die ervoor zorgen dat hoofdhaar wordt gemaakt, zijn hier niet actief. In de huidcellen boven op je hoofd is dit net andersom: deze cellen maken geen gal, maar wel haren. Hier zijn dus de genen voor het maken van hoofdhaar actief.

Als een gen actief is, kan het een klein beetje tot erg actief zijn (zacht of hard staan). Bijvoorbeeld: cellen kunnen veel of weinig insuline maken, afhankelijk van de hoeveelheid glucose in het bloed. De genen voor de aanmaak van insuline kunnen dus hard of zacht staan.

Afb. 3 Elke lichaamscel bevat alle genen, maar niet alle genen zijn actief.



FENOTYPE

Alle eigenschappen van een organisme samen noem je het **fenotype**. Bij het fenotype horen zichtbare eigenschappen, zoals de oogkleur. Maar er horen ook eigenschappen bij die je niet kunt zien, zoals je bloeddruk of de bouw van je spiercellen.

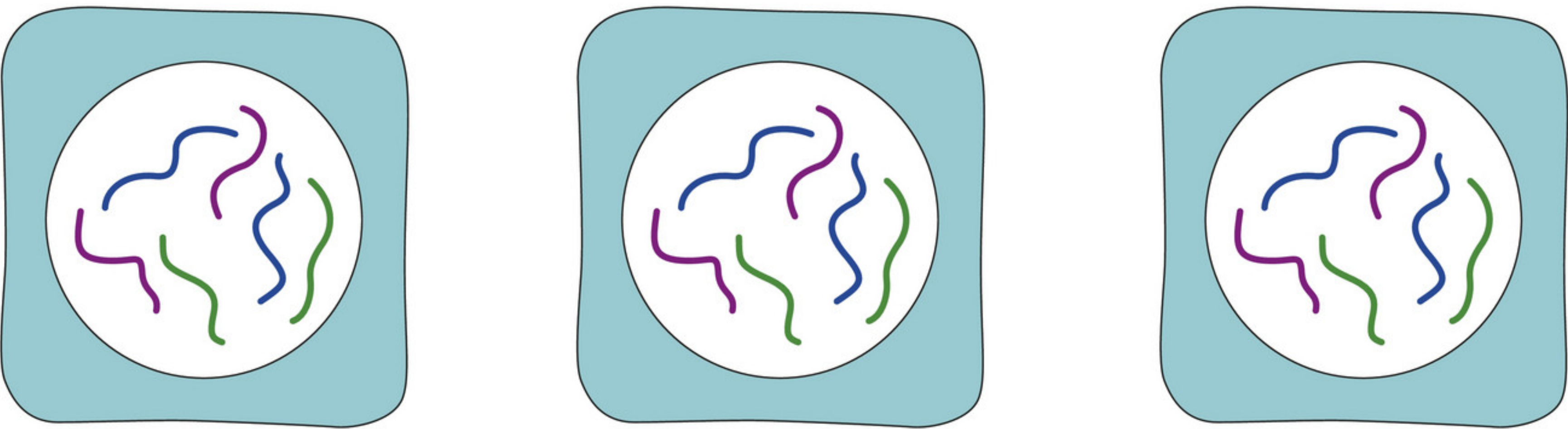
Welke eigenschappen je precies krijgt in je leven, heeft te maken met je genotype, je leefstijl en je omgeving. Als je van jezelf bruin haar hebt, wordt die kleur veroorzaakt door je genotype. Maar als je het paars verft, ziet je haar er anders uit. Je fenotype verandert dan, maar je genotype verandert niet (zie afbeelding 4). Het genotype bevat nog steeds de informatie voor bruin haar. Als je in de zomer veel buiten bent, wordt je haar lichter. Ook dan verandert het genotype niet. Als je niets doet, groeit de paarse of lichte kleur vanzelf uit je haar en wordt het weer bruin.

Sommige eigenschappen worden vooral bepaald door je genotype, bijvoorbeeld de kleur van je ogen. Andere eigenschappen worden alleen bepaald door je leefstijl of omgeving, bijvoorbeeld een litteken of een tatoeage. Bij de meeste eigenschappen speelt zowel het genotype als de omgeving een rol. Het fenotype ‘gespierd zijn’ komt tot stand door een combinatie van erfelijke informatie (genotype) en training (leefstijl). Het fenotype is het resultaat van het genotype plus de invloeden uit het milieu.

Afb. 4 Fenotype = genotype + invloeden uit het milieu.



Het fenotype verandert ...



... het genotype niet.

KENNIS

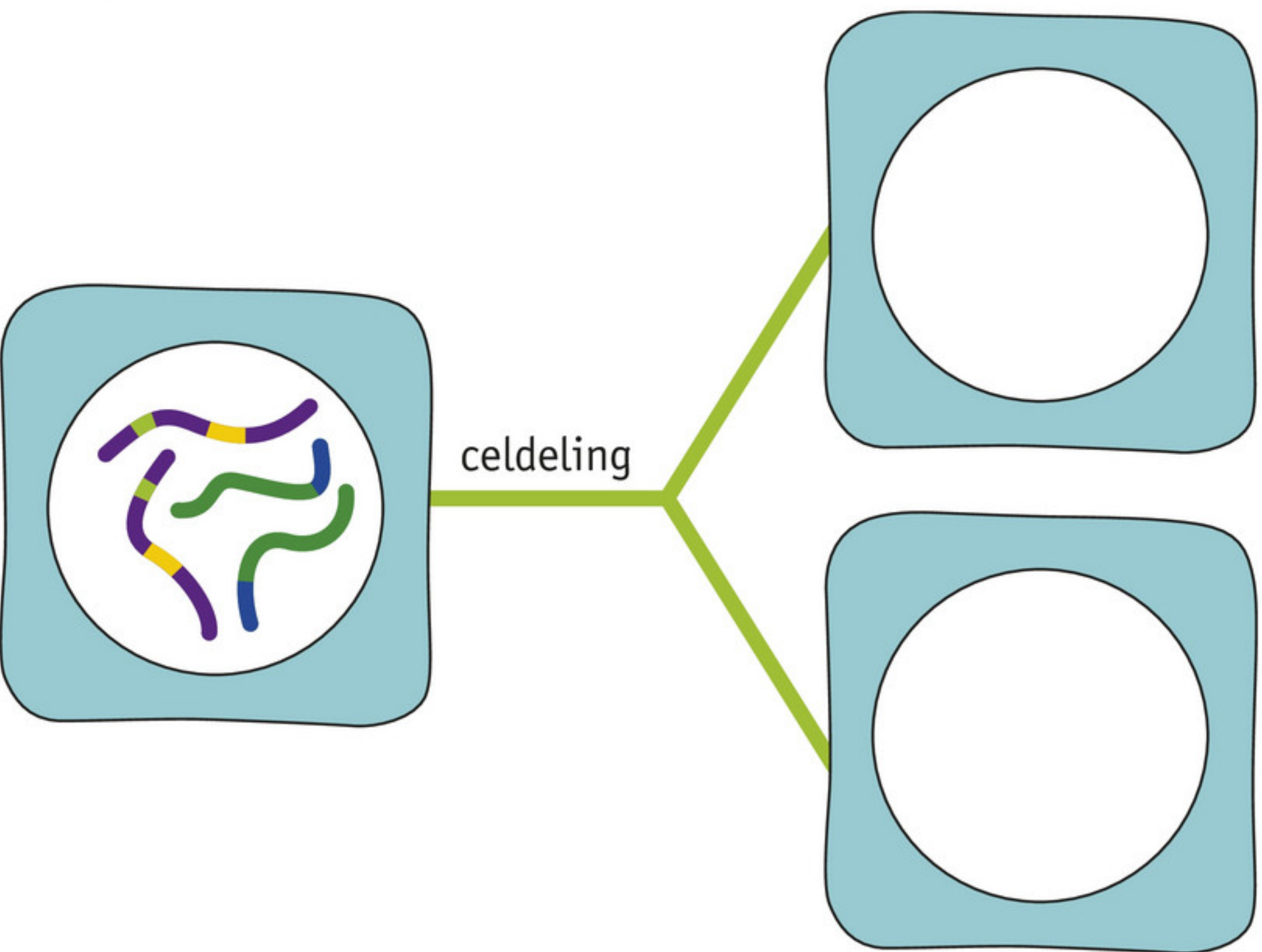
1



In afbeelding 5 is een lichaamscel schematisch getekend. In de lichaamscel zijn chromosomen en genen getekend. Bij een celdeling ontstaan twee dochtercellen.

- a Teken in de dochtercellen de chromosomen met de genen.
- b • Hebben alle dochtercellen na een gewone celdeling hetzelfde genotype? *ja / nee*
 • Hebben alle dochtercellen hetzelfde genotype als de moedercel? *ja / nee*

Afb. 5 Celdeling.



2

- a**
- Alle eigenschappen van een organisme samen noem je het
 - De informatie voor de erfelijke eigenschappen van een organisme noem je het
- b** Ed is een 15-jarige scholier.
Hier staan enkele eigenschappen van Ed. Geef bij elke eigenschap aan of deze wel of niet bij het fenotype hoort.
- blond haar vanaf de geboorte *wel / niet*
 - groot longvolume *wel / niet*
 - hoge bloeddruk *wel / niet*
 - litteken op de rechterknie *wel / niet*
 - tatoeage op de onderarm *wel / niet*
- c** Stel je voor: je hebt de vijf eigenschappen die hier zijn gegeven.
Kies bij elke eigenschap of je deze hebt gekregen door je genotype, door je leefstijl/omgeving, of door beide.
- | | | |
|---|-----------------------|--|
| A Je bent snel zenuwachtig bij proefwerken. | ☐ | |
| B Je hebt een gespierd lichaam. | ☐ | ☐ 1 genotype |
| C Je hebt een tatoeage. | ☐ | ☐ 2 leefstijl/omgeving |
| D Je hebt krullend haar vanaf je geboorte. | ☐ | ☐ 3 beide |
| E Je kunt goed gitaar spelen. | ☐ | |

3

Renate doet mee aan het tv-programma *Extreme make-over*, waarbij ze onder handen wordt genomen door een plastisch chirurg en door schoonheidsspecialisten. In afbeelding 6 zie je Renate voor en na de make-over.

- a** Noteer drie zichtbare eigenschappen die niet veranderd zijn.
- b** Noteer drie zichtbare eigenschappen die wel veranderd zijn.
- c** Verandert het fenotype van Renate door deze behandelingen? En het genotype?
- ☐ A Alleen haar fenotype verandert.
 - ☐ B Alleen haar genotype verandert.
 - ☐ C Het fenotype en het genotype veranderen.
 - ☐ D Het fenotype en het genotype veranderen niet.

Afb. 6 Renate voor en na de behandeling.



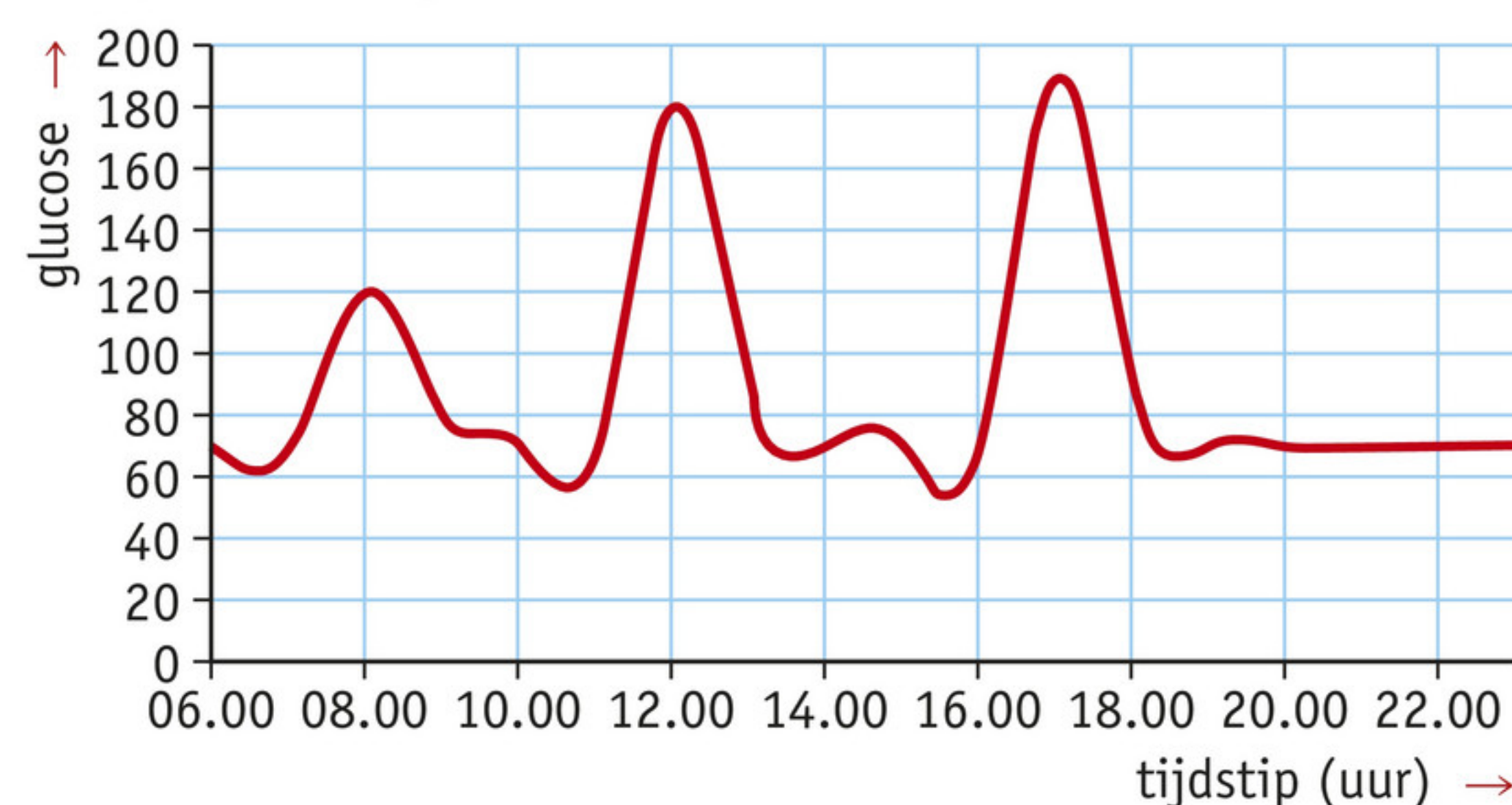
4

In het lichaam wordt insuline gemaakt. Dit hormoon is nodig om het glucosegehalte van het bloed te verlagen als dat te hoog wordt. In afbeelding 7 zie je hoe het glucosegehalte van het bloed verandert gedurende een dag.

Op welke twee tijdstippen is het gen voor de aanmaak van insuline weinig actief?

- ☐ A om 08.00 uur
- ☐ B om 10.00 uur
- ☐ C om 12.00 uur
- ☐ D om 16.00 uur
- ☐ E om 17.00 uur

Afb. 7 Glucosegehalte van het bloed.



5

Samenvatting

Leg in je eigen woorden de volgende begrippen uit: chromosomen, celdeling, DNA, fenotype, gen en genotype.

INZICHT

6

In afbeelding 8 zie je hoe de metamorfose bij een kikker verloopt.

- a** Wat blijft in alle stadia van de metamorfose (2 tot en met 8) gelijk?
- ☐ A het fenotype
 - ☐ B het genotype
 - ☐ C geen van beide
 - ☐ D zowel het fenotype als het genotype
- b** Leg uit hoe tijdens de metamorfose het fenotype kan veranderen, terwijl het genotype gelijk blijft.

Afb. 8



7

Dafne Schippers is een topatleet. Zij is recordhoudster op de 100 meter hardlopen. In 2015 legde zij deze afstand af in 10,81 s.

- a** Leg uit dat Dafnes leefstijl een rol speelt bij deze prestatie.
- b** Spieren bestaan uit snelle en langzame spiervezels. Snelle spiervezels gebruik je vooral voor korte, explosieve krachtinspanningen. De langzame spiervezels gebruik je voor langdurige krachtinspanningen. Als je ouder wordt, neemt het aantal snelle spiervezels af. Het aantal langzame spiervezels neemt toe. Hoe zal deze verandering Dafnes prestaties beïnvloeden?
- c** Is de verandering in het aantal spiervezels het gevolg van een verandering in het genotype? Leg je antwoord uit.

8

Uv-straling van de zon is schadelijk voor je huid. Je huid wordt beschermd door melanine. Dit is een pigment dat in de huid ontstaat en de huid donkerder maakt. Melanine geeft ook kleur aan je haren en ogen. Dat je melanine kunt maken, heb je te danken aan een aantal genen.

- a** Wanneer zijn die genen het meest actief: in de winter of in de zomer? Leg je antwoord uit.
- b** Jos en Jennifer gaan op een zomerse dag naar het strand. Aan het eind van de dag is de huid van Jos wat donkerder geworden. De huid van Jennifer is rood. Leg dit uit aan de hand van het genotype.
- c** Zijn de genen voor de aanmaak van melanine in een spiercel even actief als in een huidcel? Leg je antwoord uit.

+ 9

Marion Jones en Tim Montgomery waren beiden topsporters. Als topatleten beschikten zij over explosieve spierkracht, snelle spiervezels en een goede spierstofwisseling. Samen kregen zij een zoon. Bij zijn geboorte werd voorspeld dat hij een grotere kans zou hebben om een topatleet te worden dan andere kinderen.

- a** Leg uit waardoor de zoon een grotere kans zou hebben om topatleet te worden.
- b** Uiteindelijk bleek dat Marion en Tim allebei doping hadden gebruikt om hun prestaties te verbeteren. Leg uit dat hun zoon minder kans heeft om een topatleet te worden dan eerst werd gedacht.

Afb. 9 Marion Jones en Tim Montgomery.



SAMENHANG leefwereld

LEVEN IN DE BERGEN

Op grote hoogte is de lucht ijl. Dat betekent dat er minder zuurstof in de lucht zit. Daardoor is ademen moeilijker. Vanaf een hoogte van 2500 meter kun je last krijgen van hoogteziekte. De verschijnselen daarvan zijn hoofdpijn, duizeligheid en slaperigheid. De kans op hoogteziekte maakt het beklimmen van hoge bergen gevaarlijk. Een goede voorbereiding is dan ook noodzakelijk.

Een bekende berg die vaak wordt beklommen is de Mount Everest. Deze berg ligt in de Himalaya en is 8848 meter hoog. Bergbeklimmers nemen bij de beklimming van deze berg Sherpa's mee. Sherpa's zijn een Tibetaans volk. Ze leven in het berggebied waar de Mount Everest deel van uitmaakt. Vroeger leefden ze van veeteelt en landbouw, tegenwoordig werken ze als drager en berggids. Ze dragen een groot deel van de bagage van de bergbeklimmers. Sherpa's zijn goed bestand tegen het leven in ijle lucht.

Afb. 10



10

Lees de tekst 'Leven in de bergen'.

Wetenschappelijk onderzoek heeft aangetoond dat het genotype van Sherpa's verschilt van het genotype van Europeanen. Sherpa's hebben een speciale versie van een gen met de naam *Epas1*. Dat gen speelt een rol bij het zuurstoftransport in het lichaam: het zuurstoftransport verbetert dankzij een hogere concentratie hemoglobine in de rode bloedcellen.

- Is het *Epas1*-gen in het hooggebergte weinig actief of erg actief? Leg je antwoord uit.
- De speciale versie van het *Epas1*-gen wordt ook wel het 'superatleet-gen' genoemd. Leg uit waarom.
- Jouw lichaam past zich op een andere manier aan het leven in het hooggebergte aan dan het lichaam van de Sherpa's. Wanneer jij in de bergen verblijft, maakt je lichaam meer epo. Deze stof zorgt voor de aanmaak van rode bloedcellen. Na enkele weken in het hooggebergte neemt het aantal rode bloedcellen toe.
Verandert het aantal rode bloedcellen door een verandering van het genotype of door een verandering in de omgeving? Leg je antwoord uit.

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

2 Chromosomen

LEERDOELEN

5.2.3 Je kunt uitleggen hoe elk van de ouders 50% van de chromosomen levert.

5.2.4 Je kunt aangeven dat bij mensen het geslacht wordt bepaald door de geslachtschromosomen.

5.2.5 Je kunt uitleggen hoe door geslachtelijke voortplanting variatie in genotypen ontstaat.

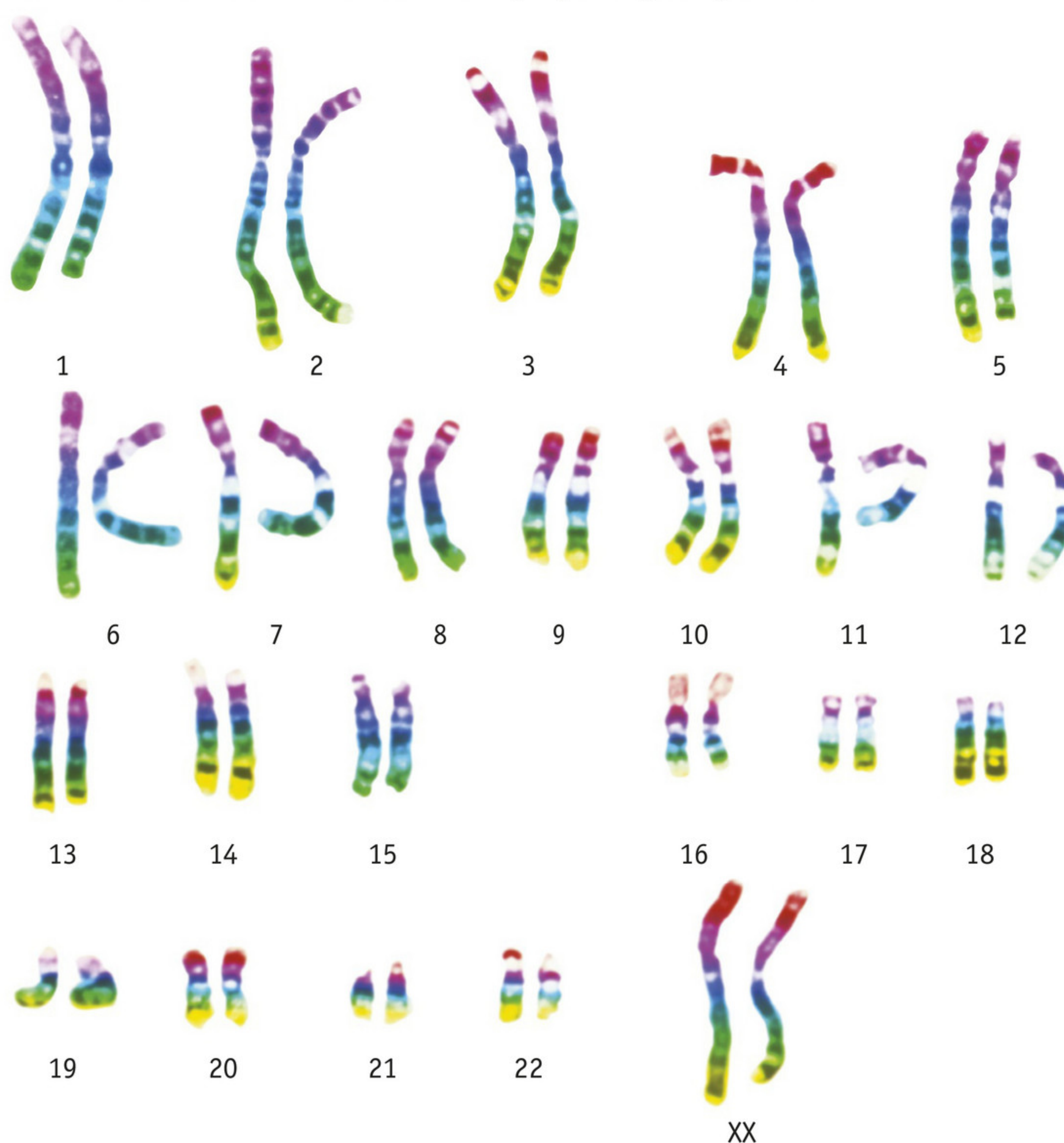
TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	5.2.3	5.2.4	5.2.5
Onthouden	1a		2
Begrijpen	3, 4, 6	1bcd, 6	5, 6
Toepassen	7ab, 8, 9, 10	8, 10, 11bcd	7b, 8, 9, 10, 11
Analyseren			

Ieder mens heeft duizenden erfelijke eigenschappen. De informatie hiervoor ligt in slechts 46 chromosomen. Van elk chromosoom heb je er twee.

PAREN

In afbeelding 1 zie je de chromosomen uit één lichaamscel van een vrouw, gerangschikt naar grootte en vorm. Een cel van een mens bevat 46 chromosomen. Die chromosomen komen in **paren** voor. Je hebt dus 23 paren chromosomen in een celkern. Dit geldt voor alle lichaamscellen. De beide chromosomen van een paar bestaan uit dezelfde genen en bevatten dus informatie voor dezelfde erfelijke eigenschappen. Bijvoorbeeld: op beide chromosomen van paar nummer 15 liggen genen met informatie voor de oogkleur.

Afb. 1 De chromosomen van een vrouw, in paren gerangschikt.



GESLACHT

Bij het 23e chromosomenpaar staat geen nummer maar 'XX' (zie afbeelding 1). Dit zijn de **geslachtschromosomen**. Bij een vrouw zijn de geslachtschromosomen gelijk aan elkaar. Een vrouw heeft twee X-chromosomen (XX). Bij een man zijn de geslachtschromosomen verschillend. Een man heeft een X- en een Y-chromosoom (XY, zie afbeelding 2).

Afb. 2 De geslachtschromosomen van een man.



Heel af en toe worden ook meisjes geboren met XY-chromosomen en jongens met XX-chromosomen. Dit zijn vormen van intersekse. Soms is intersekse bij de geboorte zichtbaar. De baby heeft dan zowel mannelijke als vrouwelijke geslachtskenmerken. Iemand kan ook de geslachtskenmerken hebben van één sekse, met een mix van mannelijke en vrouwelijke chromosomen en/of hormonen.

VERSCHILLENDE INFORMATIE

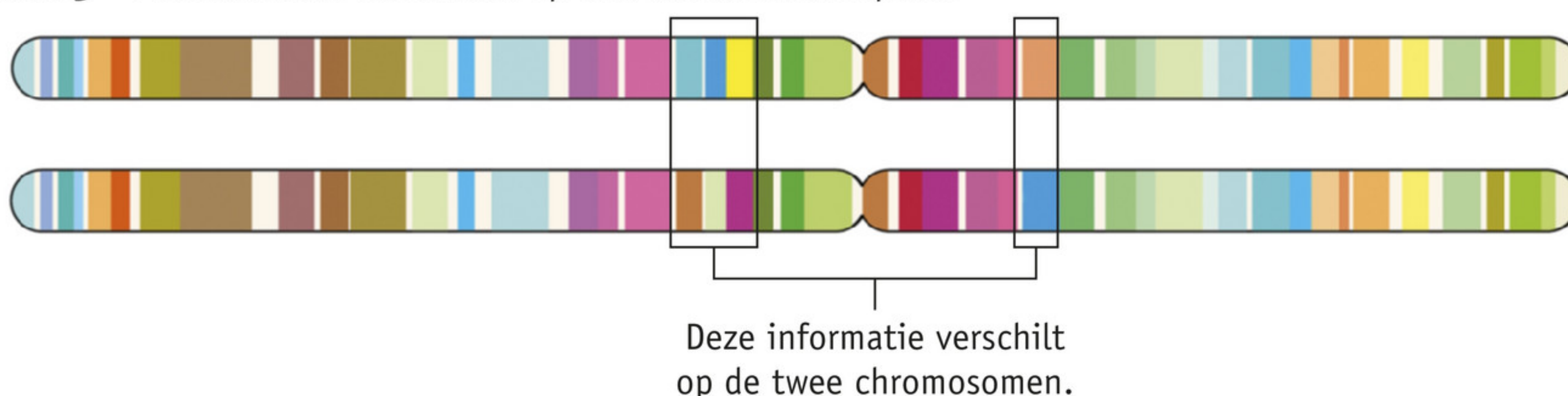
In afbeelding 3 is één chromosomenpaar vergroot getekend. De plaatsen waar informatie is opgeslagen – de stukjes DNA of delen van genen – zijn in de tekening gekleurd (in het echt is dat niet zo). De twee chromosomen van een paar bevatten informatie voor dezelfde erfelijke eigenschappen. De gekleurde bandjes zijn daarom op beide chromosomen even breed.

De meeste bandjes hebben ook dezelfde kleur. Dat betekent dat de informatie op beide chromosomen gelijk is. Bijvoorbeeld: beide chromosomen bevatten de informatie voor blond haar.

Soms is de kleur van de bandjes verschillend. Op die plaats verschilt de informatie op de chromosomen. Het ene chromosoom bevat bijvoorbeeld de informatie voor bruine ogen, het andere voor blauwe ogen. De chromosomen bevatten dan verschillende **varianten van een gen**.

Van elk chromosomenpaar is één chromosoom afkomstig van de vader en één van de moeder. Daardoor kan de informatie op de twee chromosomen van een paar verschillend zijn.

Afb. 3 Verschillende informatie op een chromosomenpaar.



GESLACHTSCELLEN

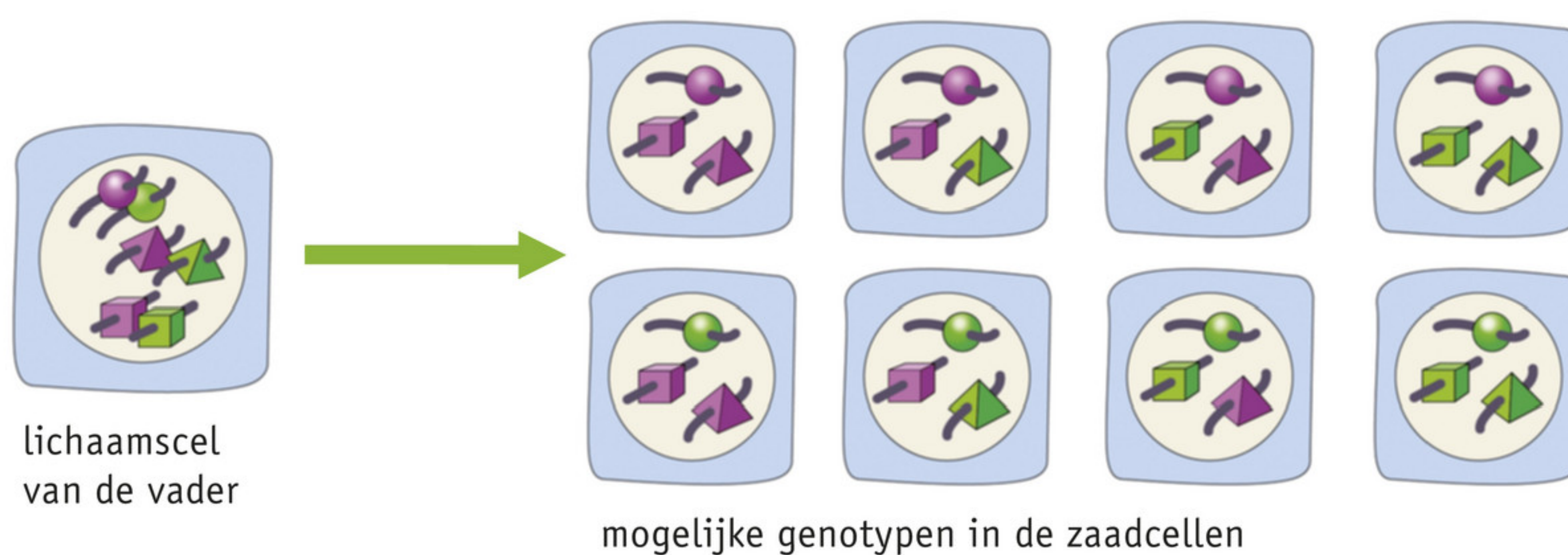
Bij geslachtelijke voortplanting versmelten de kernen van twee geslachtscellen (een eikel en een zaadcel). In **geslachtscellen** komen de chromosomen niet in paren voor maar enkelvoudig. Een geslachtscel van een mens bevat dus geen 46 chromosomen, maar slechts 23.

Geslachtscellen ontstaan door een speciale celdeling: de **meiose**. Bij meiose worden de chromosomen verdeeld over de dochtercellen (geslachtscellen). Daarbij krijgt elke geslachtscel één chromosoom van elk chromosomenpaar.

In afbeelding 4 is schematisch weergegeven hoe uit een lichaamscel geslachtscellen ontstaan. Je ziet een lichaamscel van de vader met drie chromosomenparen. Op elk chromosoom is een gekleurd blokje getekend. De vorm van de blokjes is gelijk (de genen bevatten de informatie voor dezelfde erfelijke eigenschap), de kleur is verschillend (de informatie in de genen is verschillend). Van deze chromosomenparen komt telkens één chromosoom in een zaadcel terecht. Welk van beide chromosomen in een geslachtscel terechtkomt, is afhankelijk van het toeval.

Je ziet dat er veel verschillende mogelijkheden zijn. Bij zaadcellen komt dan ook veel variatie in genotypen voor, net als bij de eicellen die een vrouw maakt.

Afb. 4 Bij de vorming van geslachtscellen ontstaat veel variatie in genotypen.

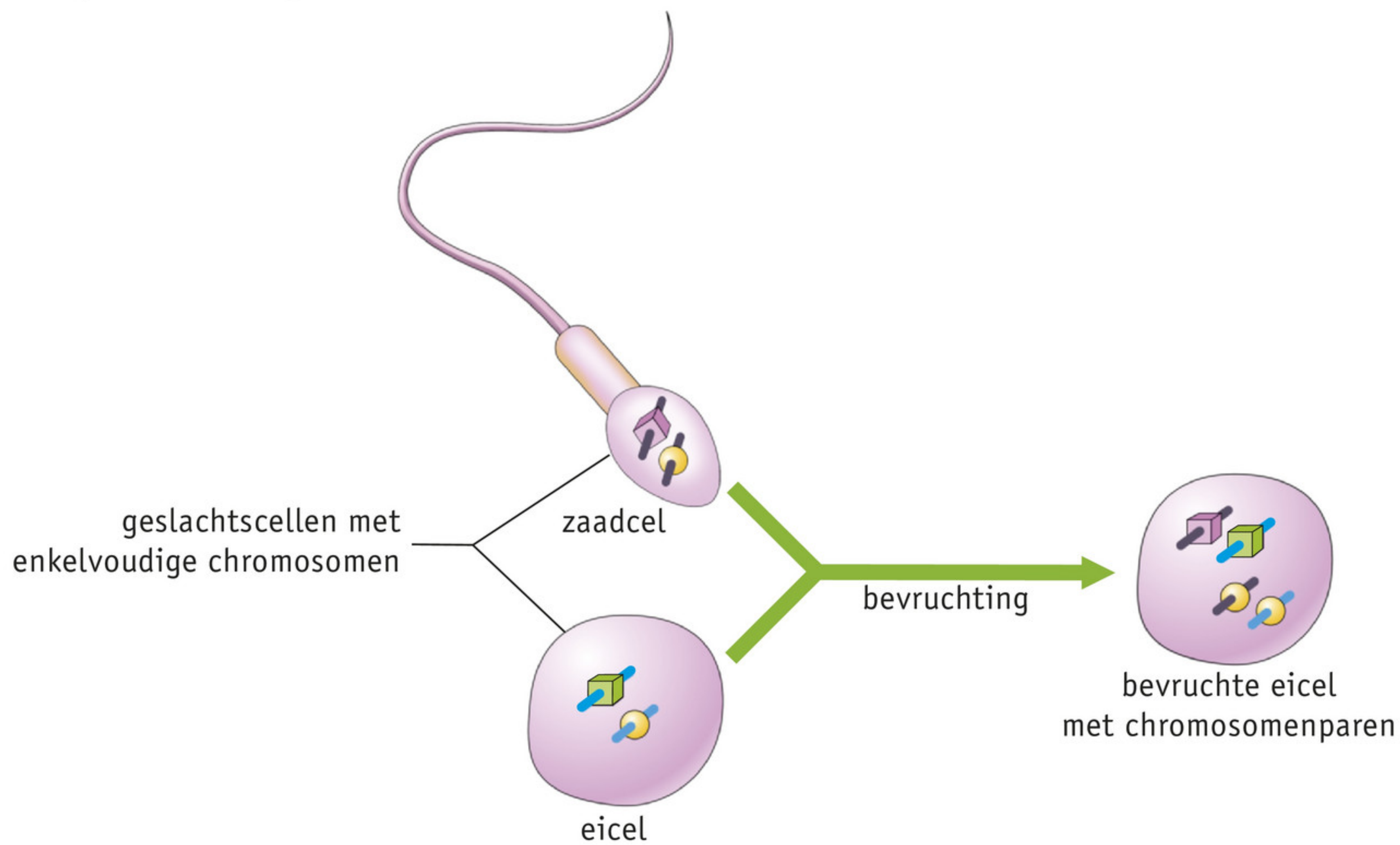


VARIATIE

Bij bevruchting versmelten de kern van een zaadcel en de kern van een eikel met elkaar. De 23 chromosomen van de zaadcel en de 23 chromosomen van de eikel komen bij elkaar in de kern van de bevruchte eikel. De kern van de bevruchte eikel bevat weer 46 chromosomen die 23 paren vormen. Van elk chromosomenpaar is één chromosoom afkomstig van de moeder en één van de vader (zie afbeelding 5).

Welk genotype de geslachtscellen hebben, is afhankelijk van het toeval. Er zijn veel verschillende mogelijkheden. Hierdoor heeft de nakomeling een andere combinatie van chromosomen dan de ouders. De nakomeling zal dan ook een ander genotype hebben dan de ouders. Bij geslachtelijke voortplanting ontstaat **variatie in genotypen** bij de nakomelingen (zie afbeelding 6).

Het geslachtschromosoom in de eikel is altijd een X. Het geslachtschromosoom in een zaadcel kan een X zijn of een Y. Bij de bevruchting ontstaat dan een chromosomenpaar XX of een chromosomenpaar XY. De baby wordt een meisje of een jongetje, en heel soms intersekse.

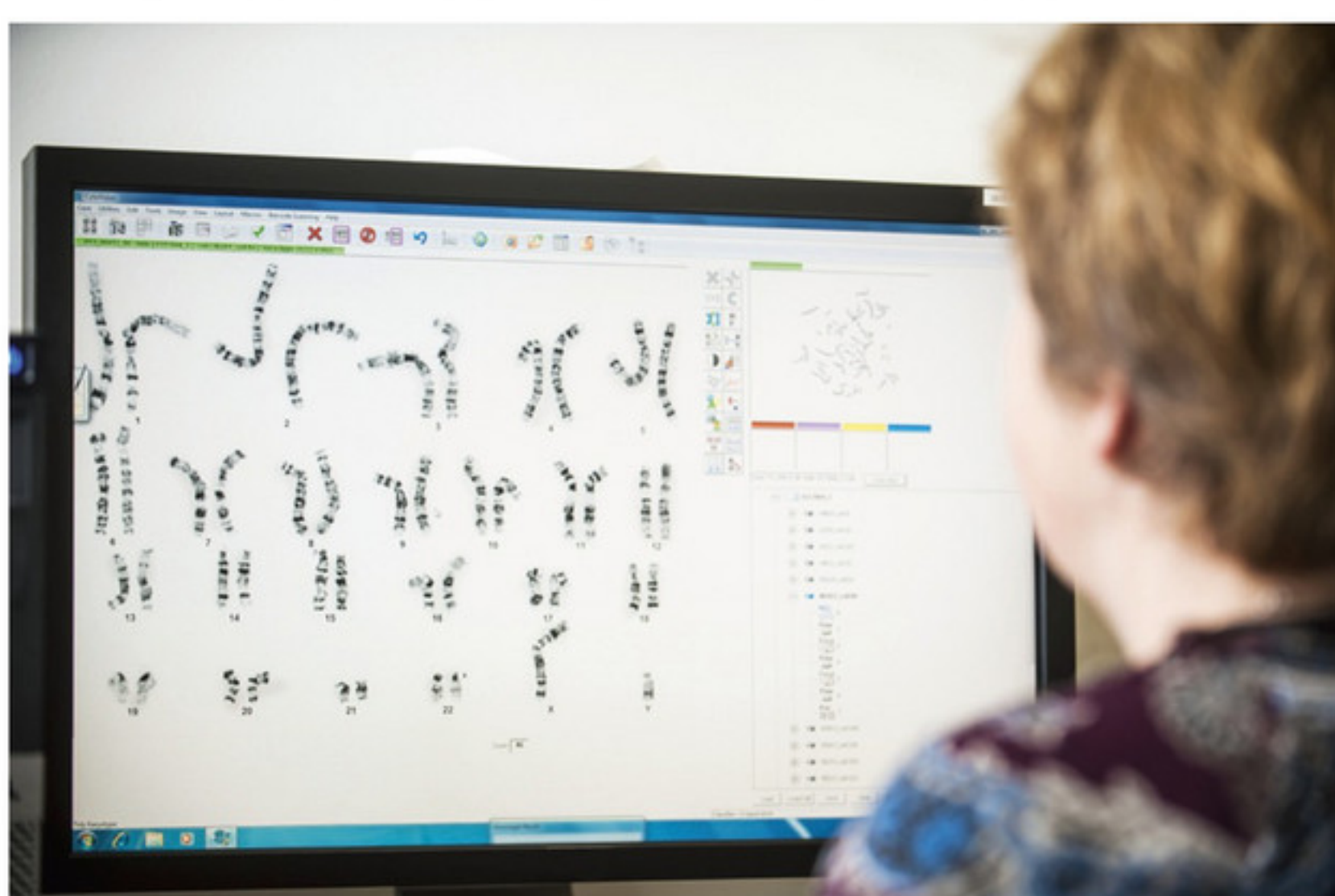
Afb. 5 Bevruchting.**Afb. 6** Verschillende fenotypen door variatie in genotypen.

KENNIS

1

In afbeelding 7 zie je een onderzoeker die alle chromosomen uit een menselijke cel op een beeldscherm bekijkt.

- Dit zijn de chromosomen uit een *geslachtscel* / *lichaamscel*, want de chromosomen komen *enkelvoudig* / *in paren* voor.
- Zijn de chromosomen die de onderzoeker bekijkt, afkomstig van een man of een vrouw? Leg je antwoord uit.
- De onderzoeker bekijkt ook de chromosomen van een geslachtscel van een mens. Een van de chromosomen is een X-chromosoom. De onderzoeker trekt hieruit de conclusie dat de chromosomen afkomstig zijn uit een eicel. Is deze conclusie juist? Leg je antwoord uit.
- Welke geslachtscel bepaalt bij geslachtelijke voortplanting of de nakomeling een jongen of een meisje is: de zaadcel of de eicel? Leg je antwoord uit.

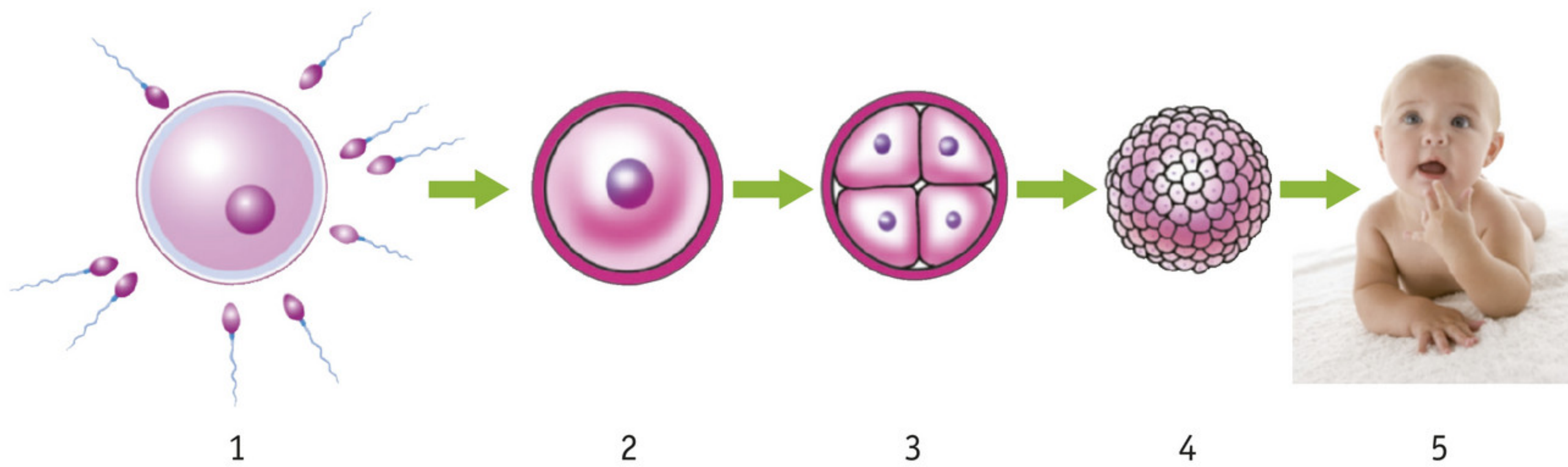
Afb. 7 Chromosomen van een mens.

2

In afbeelding 8 zie je het ontstaan van een mens in vijf stappen getekend.
In welke stap komt het genotype tot stand?

- ☐ A in stap 1
- ☐ B in stap 2
- ☐ C in stap 3
- ☐ D in stap 4
- ☐ E in stap 5

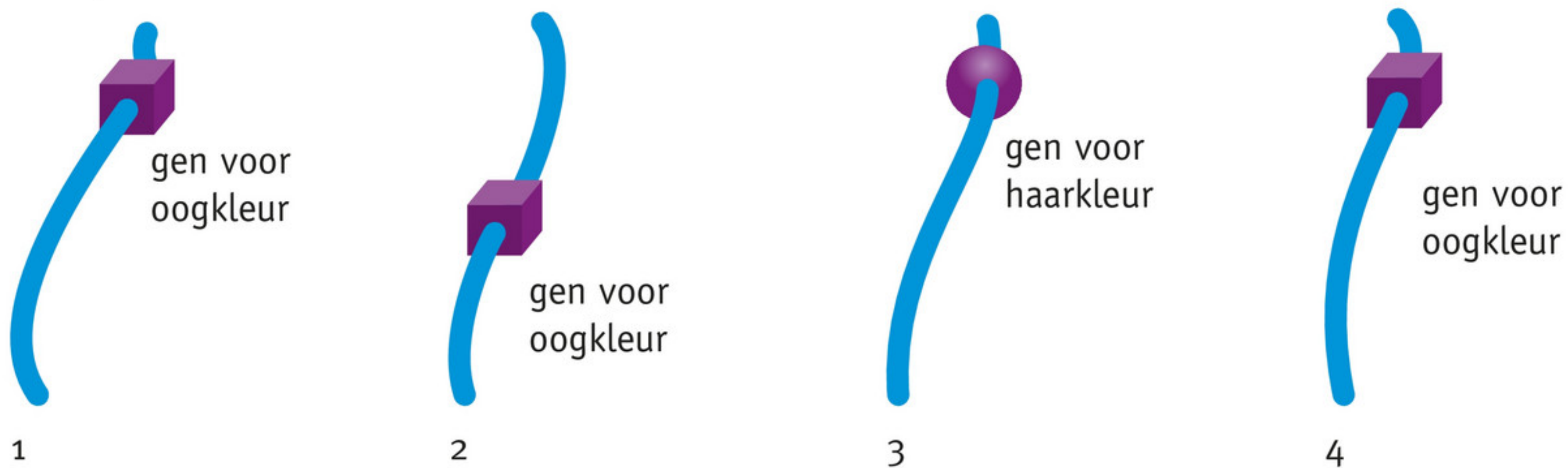
Afb. 8



3

In afbeelding 9 zijn vier chromosomen schematisch getekend.
Welk chromosoom vormt een paar met chromosoom 1? Leg je antwoord uit.

Afb. 9

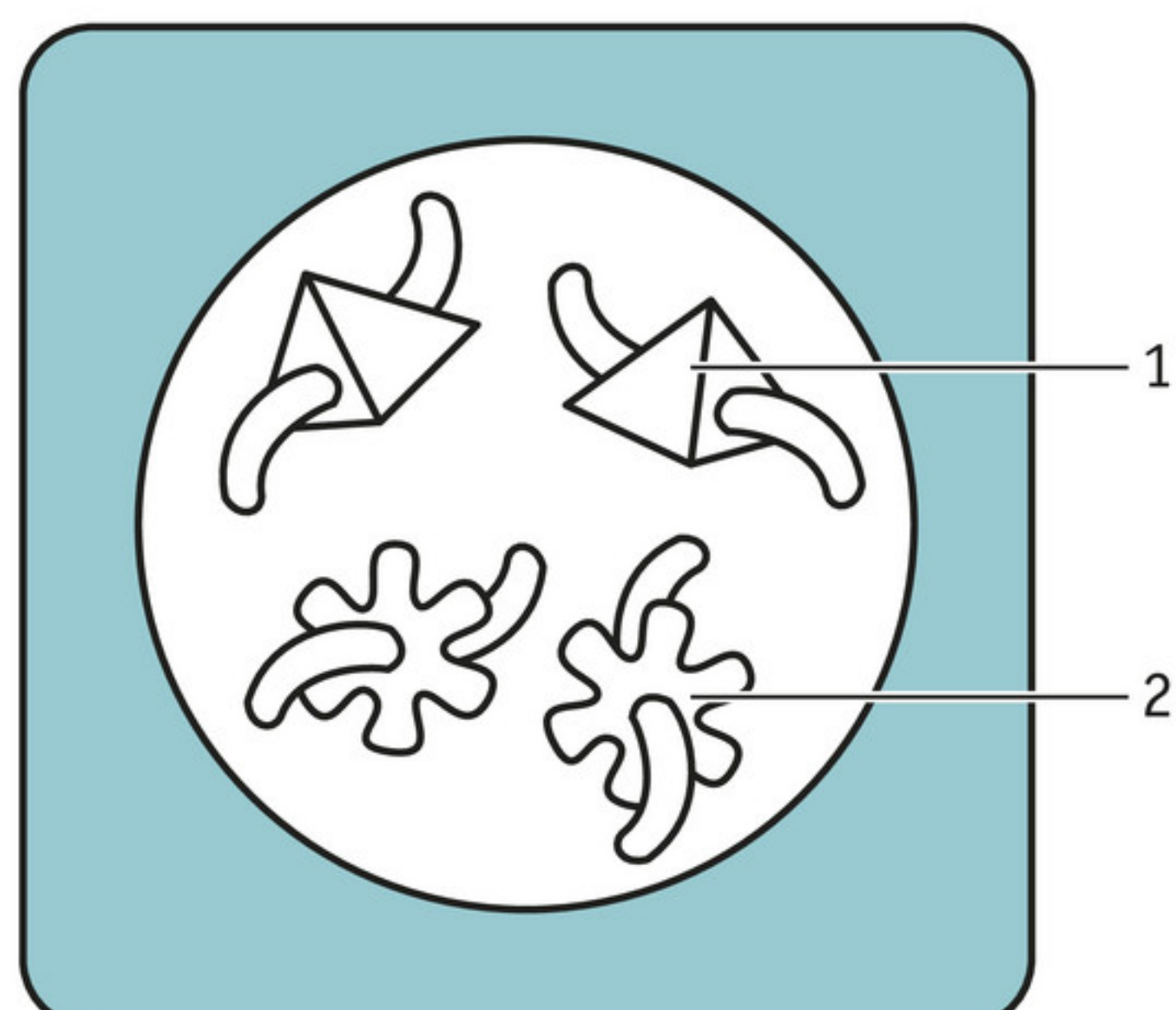


4



In afbeelding 10 zie je een schematische tekening van een lichaamscel. Op chromosomenpaar 1 liggen genen met informatie voor de haarkleur. Het ene chromosoom bevat informatie voor donker haar, het andere voor blond haar. Op chromosomenpaar 2 liggen genen met informatie over de oogkleur. Beide chromosomen bevatten informatie voor blauwe ogen. Kleur de chromosomen op de juiste manier. Je mag zelf kleuren kiezen.

Afb. 10



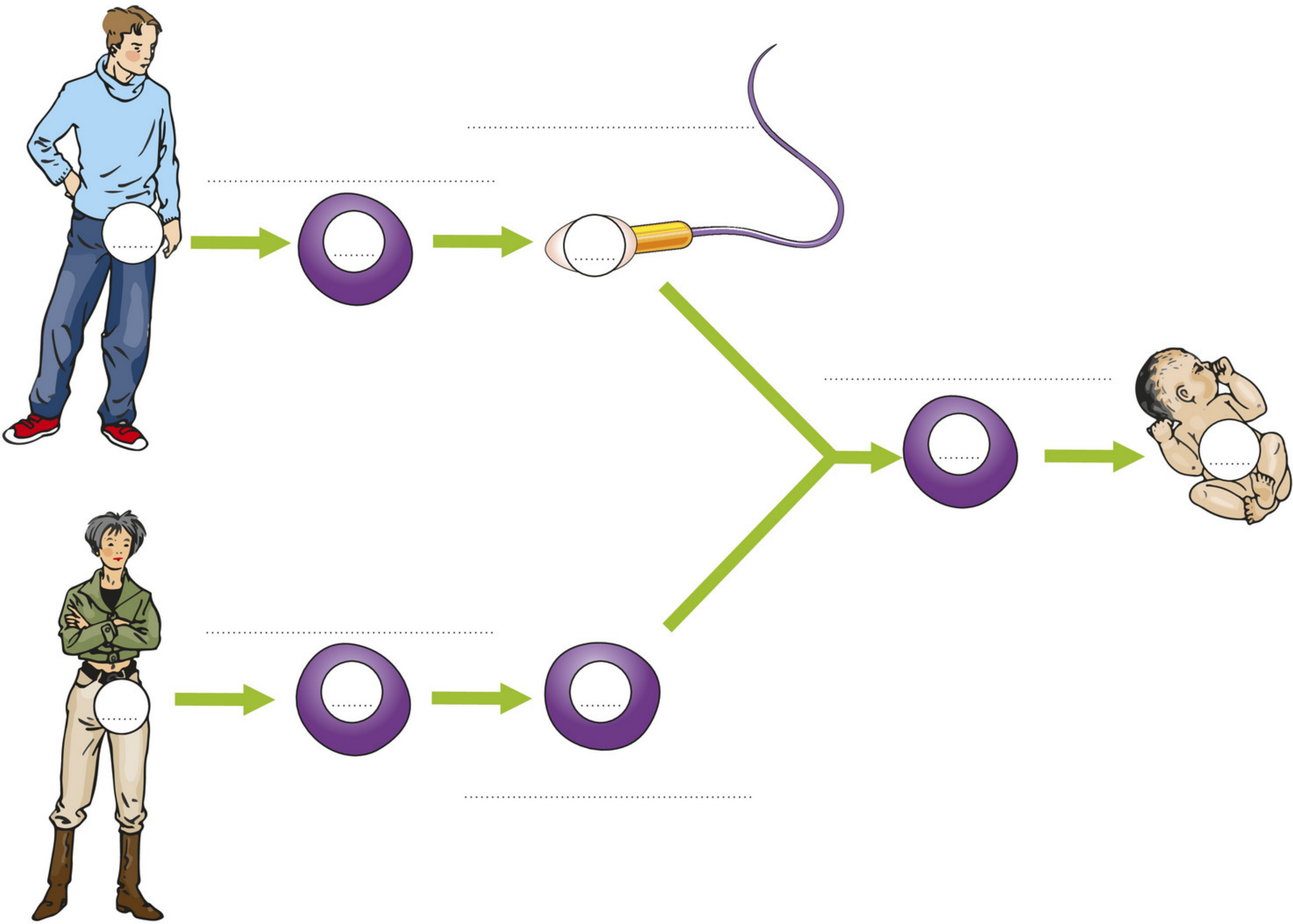
5



In afbeelding 11 is schematisch getekend hoe de vorming van geslachtscellen en de bevruchting bij de mens verlopen.

- a Noteer bij elke cel wat voor cel het is. Gebruik daarbij: *bevruchte eicel* – *eicel* – *lichaamscel* (2×) – *zaadcel*.
- b Vul in elke cel het juiste aantal chromosomen in.
- c Heeft het kind hetzelfde genotype als de ouders? Leg je antwoord uit.

Afb. 11



6



Samenvatting

Vul de tabel in en leg uit hoe bij geslachtelijke voortplanting variatie in genotypen ontstaat.

	Lichaamscel man	Lichaamscel vrouw	Geslachtscel man	Geslachtscel vrouw
Aantal chromosomen				
Enkelvoudig of paren				
Maximaal aantal varianten van een gen				
Geslachtschromosomen				

.....

.....

.....

.....

.....

.....

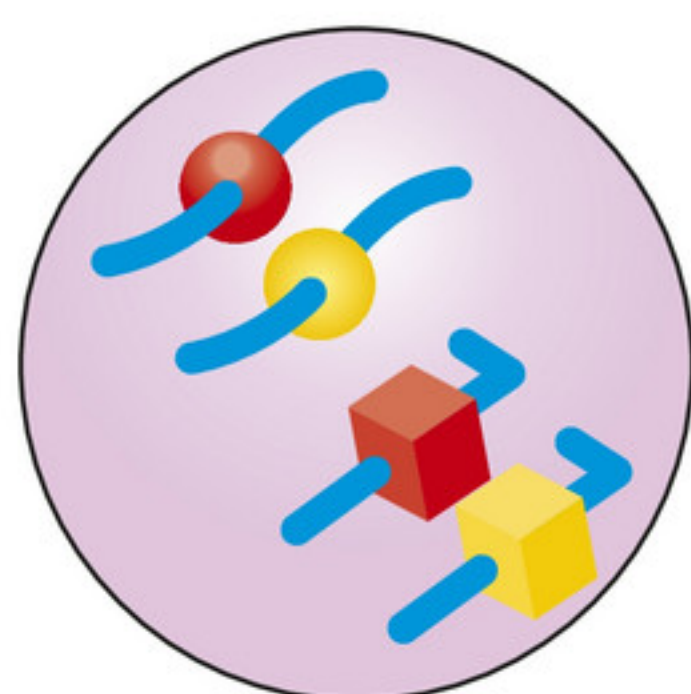
INZICHT

7



- a** Bij een hond komen in bepaalde cellen 39 chromosomen voor. Zijn deze cellen geslachtscellen of lichaamscellen? Leg je antwoord uit.
- b** In afbeelding 12 is de lichaamscel van een hond schematisch getekend. In de cel zijn vier chromosomen getekend. Door meiose ontstaan uit deze cel geslachtscellen. Teken de verschillende geslachtscellen die door meiose kunnen ontstaan.

Afb. 12 Lichaamscel van een hond met vier chromosomen.



8

Tulpen zijn te koop in allerlei varianten (zie afbeelding 13). Zo kunnen de kleur van de bloemen en de vorm van de kroonbladeren variëren. Je kunt nieuwe tulpen laten groeien uit bollen, maar ook uit zaden.

Maken kwekers nieuwe tulpvarianten met behulp van tulpenbollen of met behulp van zaden? Leg je antwoord uit.

Afb. 13 Tulpen zijn er in allerlei varianten.



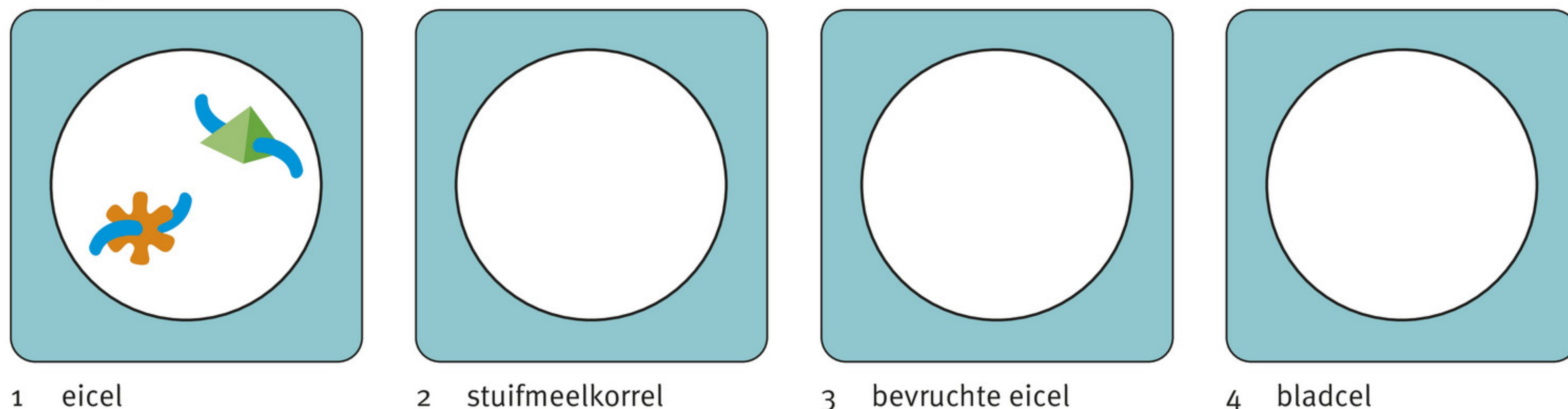
9



Een kweker kan nieuwe planten kweken met behulp van geslachtelijke voortplanting. In afbeelding 14 zie je een schematische tekening van vier cellen van een plant. Cel 1 is een eicel met twee verschillende chromosomen.

- Teken in cel 2 de chromosomen en genen in een stuifmeelkorrel van de plant.
- Teken in cel 3 de chromosomen en genen in een bevruchte eicel van de plant.
- Teken in cel 4 de chromosomen en genen in een cel uit een blad van de plant.

Afb. 14

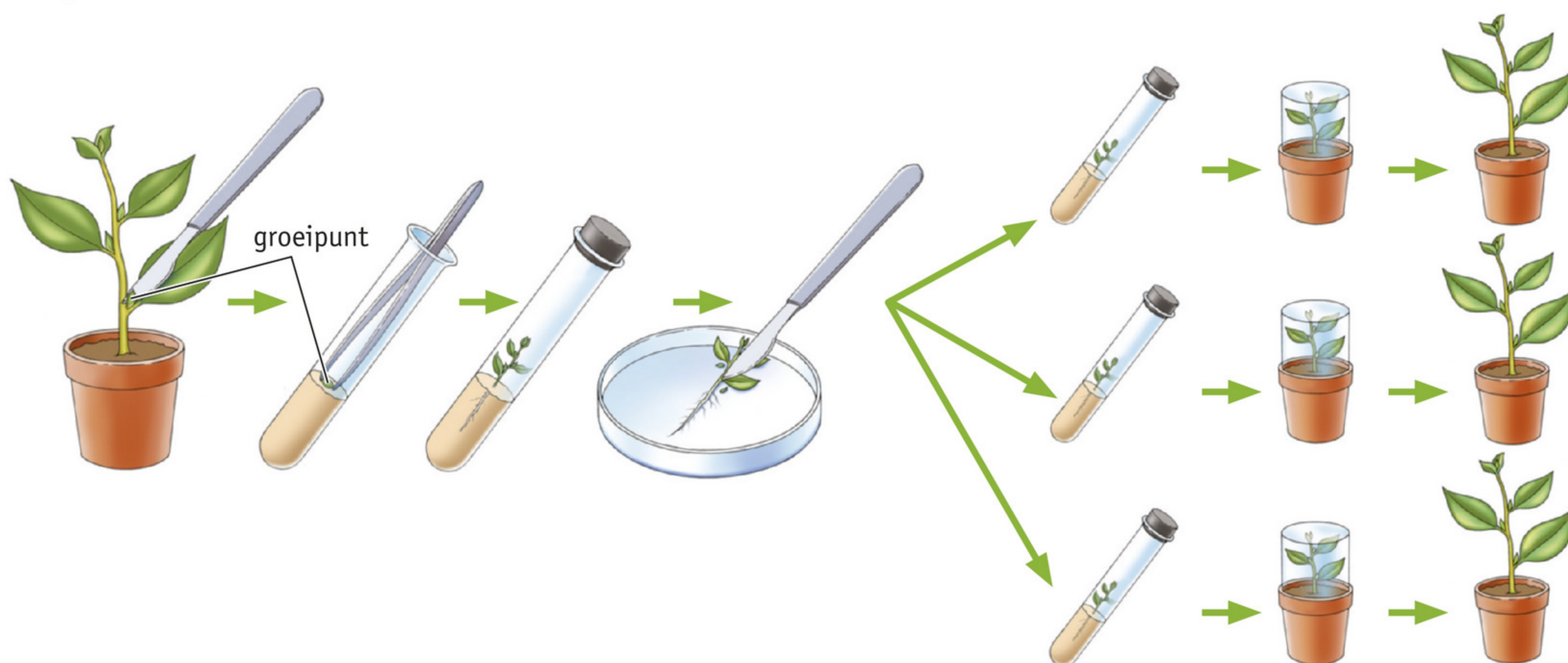


+ 10

Bij weefselkweek snijdt een kweker de knoppen van een plant. De kweker laat elke knop uitgroeien tot een nieuwe plant (zie afbeelding 15).

- a** Eigenlijk is het niet nodig om een volledige knop te gebruiken, want ook één cel uit een knop zou kunnen uitgroeien tot een nieuwe plant.
Leg uit dat één cel kan uitgroeien tot een complete plant.
- b** Een kweker gebruikt een plant voor weefselkweek. Op deze manier groeien er tien nieuwe planten. Zodra de plantjes groot genoeg zijn, worden ze op verschillende plaatsen in de tuin gezet.
Welke bewering over het genotype en het fenotype van deze plantjes is juist?
- ☐ A Alle planten hebben hetzelfde genotype en hetzelfde fenotype.
 - ☐ B De planten hebben alleen hetzelfde fenotype.
 - ☐ C De planten hebben alleen hetzelfde genotype.
 - ☐ D De planten hebben verschillende genotypen en fenotypen.
- c** Een kweker zet planten die zijn gekweekt via weefselkweek op verschillende plaatsen in een tuin. Na enige tijd valt het op dat de planten er niet allemaal hetzelfde uitzien.
Leg uit waardoor er verschillen tussen de planten ontstaan.

Afb. 15 Weefselkweek.



SAMENHANG leefwereld

TWEELINGEN

Een bevruchte eicel ontwikkelt zich tot een jongen of een meisje. De meeste kinderen komen als eenling ter wereld. Bij ongeveer een op de tachtig zwangerschappen wordt een tweeling geboren. Hiervan is twee derde twee-eiig en een derde eeneiig. Kinderen die samen een twee-eiige tweeling vormen, verschillen net zo veel van elkaar als broers en zussen die enkele jaren na elkaar zijn geboren. Een eeneiige tweeling bestaat altijd uit twee jongens of twee meisjes die sprekend op elkaar lijken. Een twee-eiige tweeling ontstaat als tegelijkertijd twee eicellen worden bevrucht. Elke eicel wordt dan door een andere zaadcel bevrucht. Een eeneiige tweeling ontstaat doordat uit één bevruchte eicel twee baby's groeien.

Afb. 16 Een tweeling.

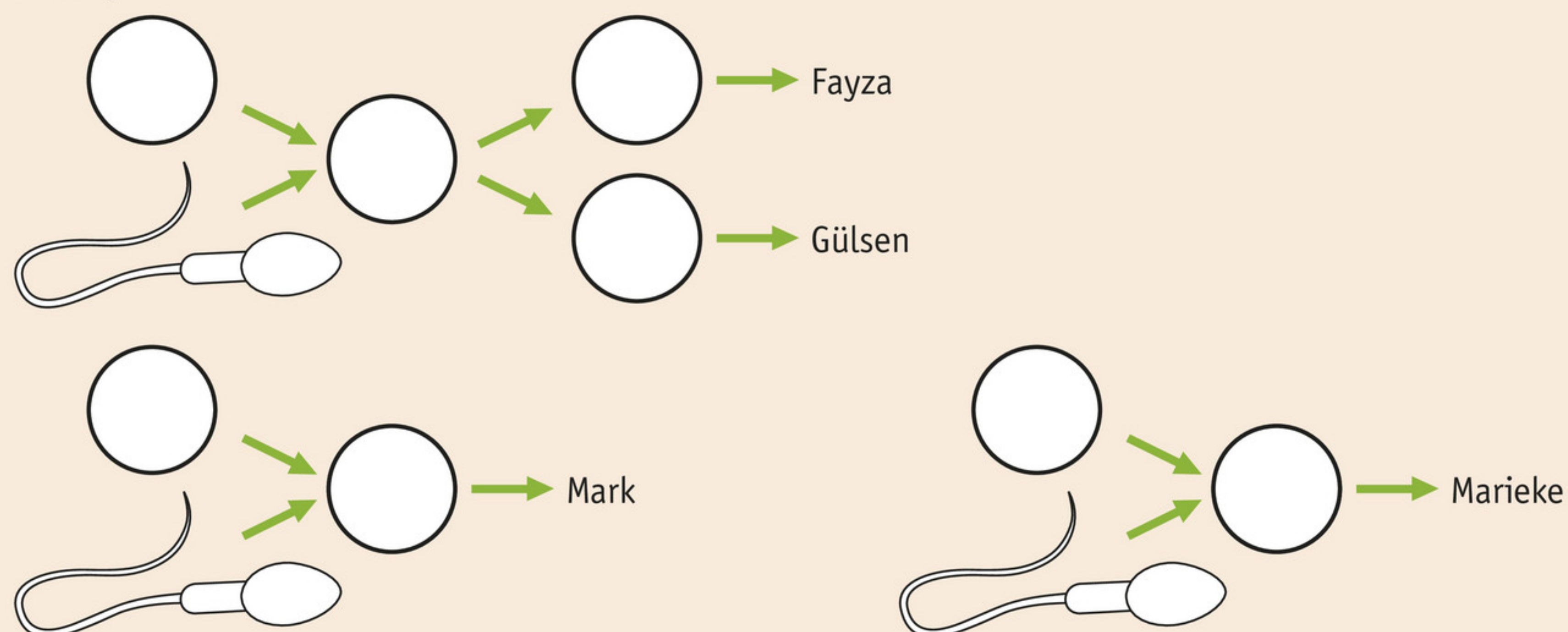


11

Lees de tekst 'Tweelingen'.

- a** Wanneer hebben twee kinderen van dezelfde ouders hetzelfde genotype?
- ☐ A Als ze een eeneiige tweeling vormen.
 - ☐ B Als ze een twee-eiige tweeling vormen.
 - ☐ C Als ze enkele jaren na elkaar geboren zijn.
- b** Jan-Willem beweert dat twee kinderen die een eeneiige tweeling vormen, altijd van hetzelfde geslacht zijn. Fleur beweert dat een eeneiige tweeling uit een jongen en een meisje kan bestaan.
- Wie heeft gelijk: Jan-Willem of Fleur? Leg je antwoord uit.
- c** In afbeelding 17 is schematisch getekend hoe tweelingen ontstaan. De eerste tweeling bestaat uit twee zusjes: Fayza en Gülsen. Mark en Marieke zijn broer en zus. Geef in elke cel de geslachtschromosomen weer. Doe dat door X en/of Y in te vullen.

Afb. 17





- d** Bij een zwangerschap kan ook een meerling ontstaan van drie of meer kinderen. Een drieling is meestal drie-eiig, maar kan ook bestaan uit een eenling en een eeneiige tweeling.

Laat met een tekening zien hoe een drieling ontstaat die bestaat uit een vrouwelijke eenling en een mannelijke eeneiige tweeling. Geef in alle cellen de geslachtschromosomen aan met X en/of Y.



Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

3 Genen en allelen

LEERDOELEN

5.3.6 Je kunt omschrijven wat genen en allelen zijn.

5.3.7 Je kunt omschrijven wat een mutatie is.

5.3.8 Je kunt omschrijven wat kanker is.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	5.3.6	5.3.7	5.3.8	5.1.1*
Onthouden	1a	2bc	2a	
Begrijpen	1bc, 4	3, 4	4	
Toepassen	10ab	6b, 8abc, 9	7	
Analyseren	5, 10cd	6a, 8d		10c

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

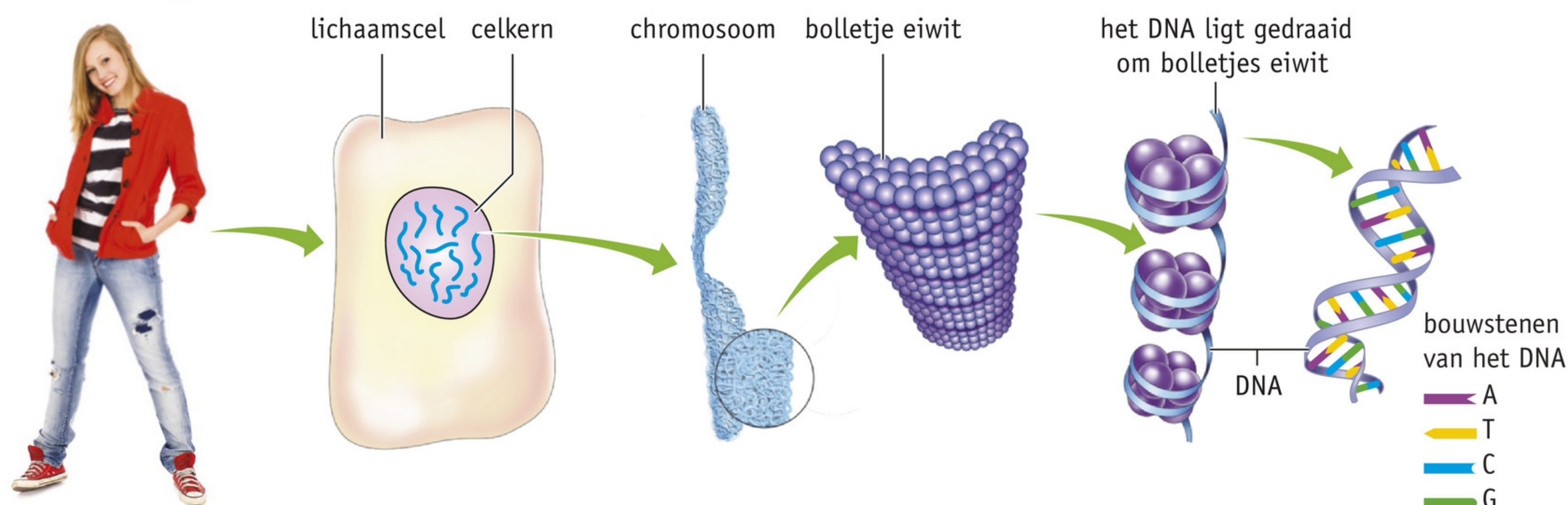
Elke lichaamscel bevat bijna twee meter DNA. Het DNA in één cel is opgebouwd uit ongeveer drie miljard basen: de bouwstenen van het DNA.

DNA

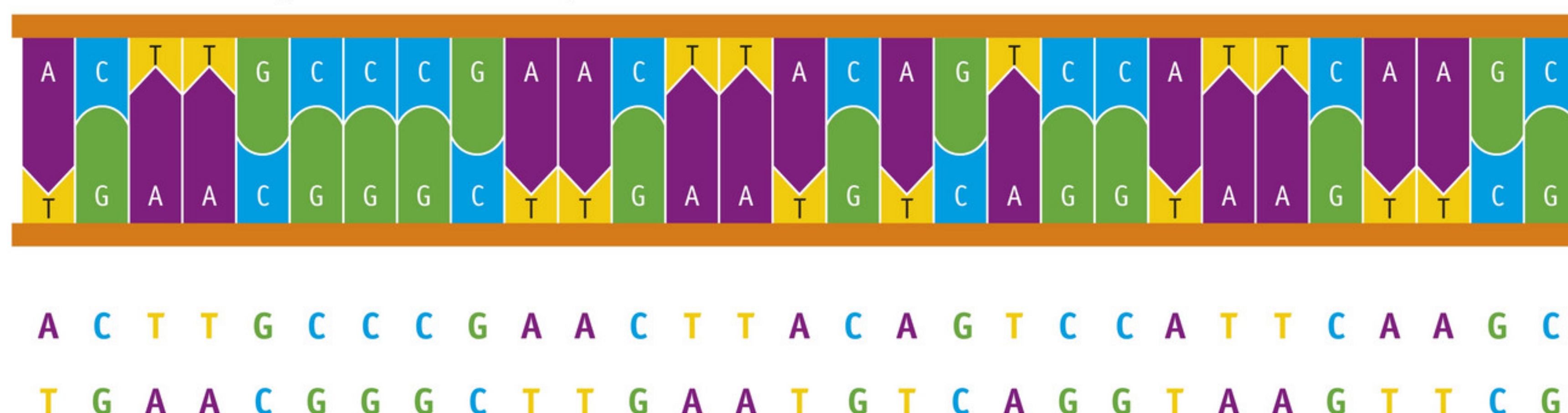
Chromosomen bestaan voor een groot deel uit de stof DNA. DNA is opgebouwd uit de **basen** A, T, C en G. Altijd vormen A en T een paar en C en G. Eén paar (dus A–T of C–G) noem je een **basenpaar**. Doordat de basenparen van het DNA in een bepaalde volgorde liggen, ontstaat een code met informatie.

Je kunt dit vergelijken met een woord dat bestaat uit letters. Vier letters zijn bijvoorbeeld O, R, S en T. Met deze letters kun je verschillende woorden maken, die verschillende betekenissen hebben: trots, troost, stoort, stort, rots, rot, enzovoort. Door woorden achter elkaar te zetten, kun je zinnen maken die nog veel meer verschillende betekenissen kunnen hebben.

Afb. 1 Van organisme tot base.



Afb. 2 Een stukje DNA met basenparen.



GEN

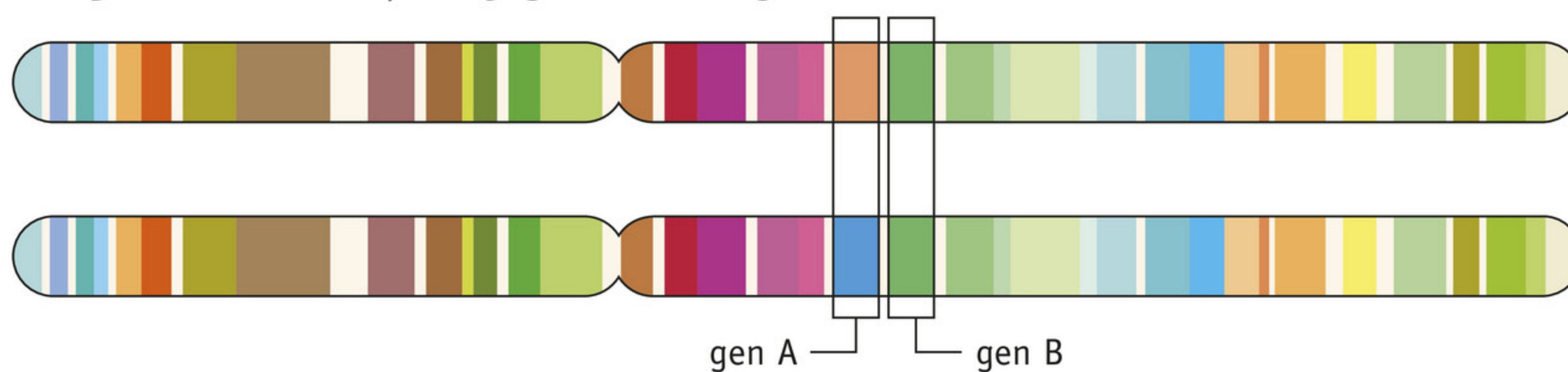
Je DNA bevat informatie voor hoe je eruitziet, bijvoorbeeld of je een kuiltje in je kin hebt en welke vorm je grote teen heeft. Je DNA bevat ook informatie voor het functioneren van je organen en cellen. In je DNA ligt bijvoorbeeld vast of de zintuigcellen in je netvlies verschil kunnen waarnemen tussen de kleuren rood en groen, dus of je kleurenblind bent of niet. Voor elke eigenschap en elk proces zijn duizenden basenparen nodig. De basenparen die samen nodig zijn voor een eigenschap, vormen een gen. De basenparen van een gen kunnen naast elkaar liggen, maar meestal zijn ze verdeeld over een of meer chromosomen. Voor alle eigenschappen zijn meerdere genen nodig en basenparen kunnen deel uitmaken van verschillende genen.

De kleur, vorm en werking van je lichaam worden vooral geregeld door **eiwitten**. Genen bevatten de informatie voor het maken van die eiwitten. In een spiercel bijvoorbeeld is een gen actief dat de informatie bevat voor het maken van een spiereiwit. In cellen van de alvleesklier is een gen actief dat de informatie bevat voor het maken van het hormoon insuline (een eiwit). Ook de kleurstof in je ogen (melanine) komt tot stand door eiwitten.

GENVARIANT OF ALLEL

In afbeelding 3 zie je een schematische tekening van chromosomenpaar 15. Op dit chromosoom liggen twee genen die nodig zijn voor de oogkleur: gen A en gen B.

Afb. 3 Chromosomenpaar 15: genen voor oogkleur.



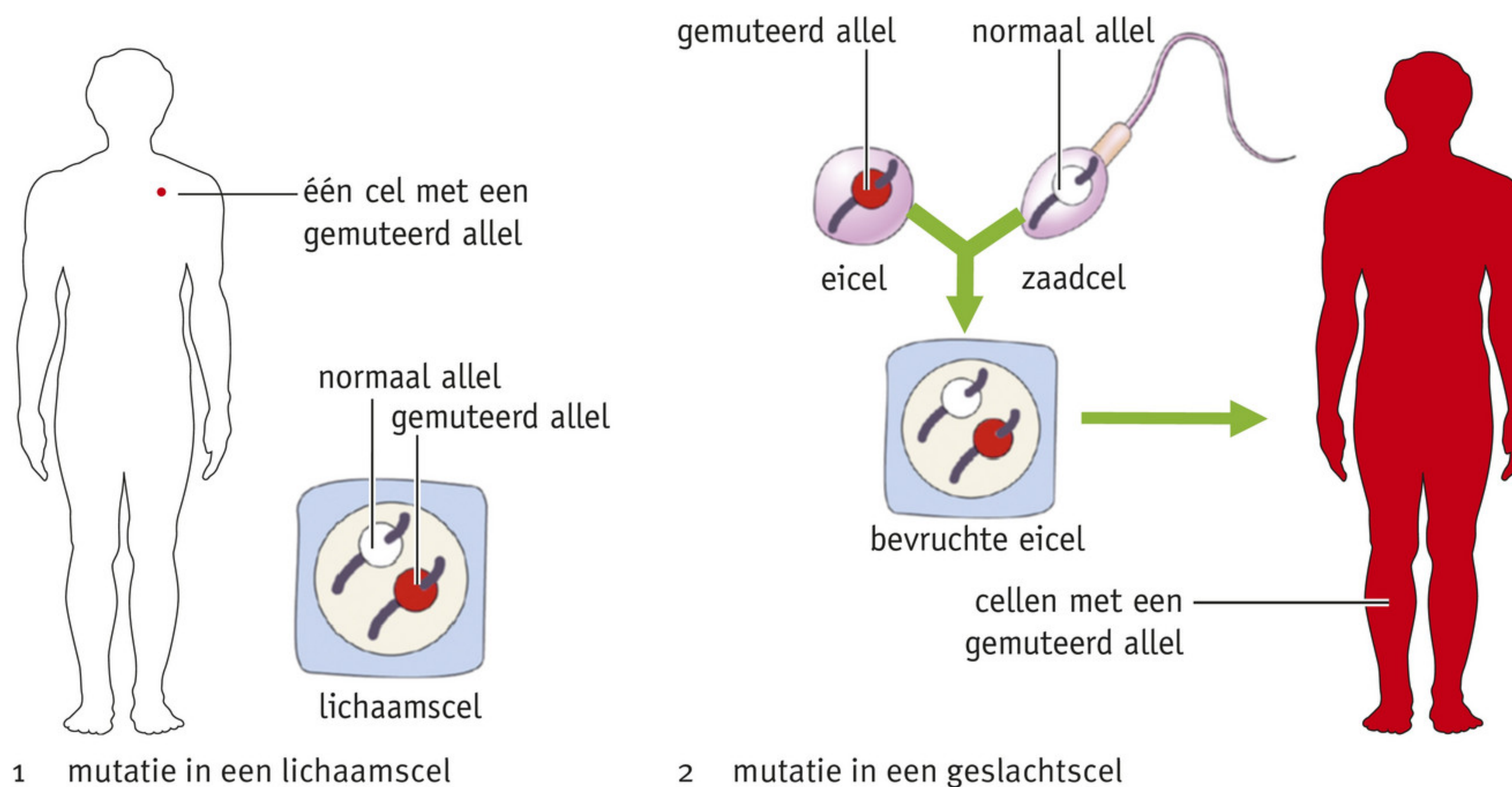
Gen A en gen B bestaan elk uit duizenden basenparen. Bij gen B zijn al die basenparen exact gelijk op beide chromosomen. Ligt er op chromosoom 1 een basenpaar A–T, dan ligt op chromosoom 2 dus op precies dezelfde plek ook een basenpaar A–T. Daarom is gen B op beide chromosomen groen gekleurd (de informatie in het gen is op beide chromosomen gelijk).

Bij gen A zijn er kleine verschillen in basenparen. Op het ene chromosoom ligt een basenpaar G–C. Deze informatie geeft meestal blauwe ogen. Op het andere chromosoom ligt op dezelfde plaats het basenpaar A–T. Deze informatie geeft meestal bruine ogen. Gen A is daarom verschillend gekleurd op de twee chromosomen.

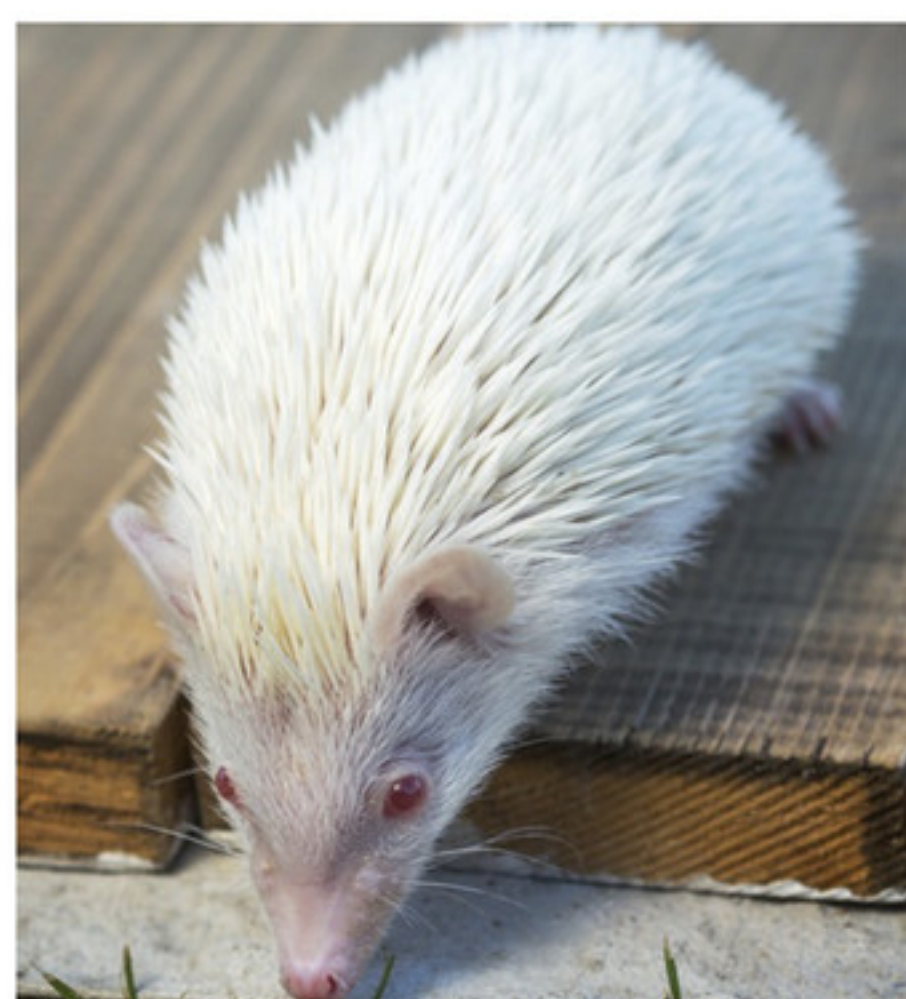
De informatie in een gen noem je een **genvariant** of **allel**. In afbeelding 3 bestaat gen A uit twee verschillende allelen en gen B uit twee dezelfde allelen. De twee allelen van een gen noem je een **allelenpaar**. Welke kleur ogen de persoon uit afbeelding 3 precies krijgt, hangt af van welk allel het sterkst is (het allel voor bruine ogen is sterker dan dat voor blauwe ogen). In afbeelding 4 zie je allelenparen voor de haarvorm.

Afb. 4 Allelenpaar voor de haarvorm.**MUTATIE**

Een chromosoom kan beschadigd raken, waardoor de informatie voor een of meer erfelijke eigenschappen kan veranderen. Zo'n plotselinge verandering van het genotype heet een **mutatie** (verandering). Bij een mutatie zijn een of meer allelen **gemuteerd** (veranderd). Mutaties kunnen in elke cel plaatsvinden. Meestal heeft een mutatie geen gevolgen. Als in een cel van je lichaam een mutatie optreedt, blijven de andere cellen van je lichaam onveranderd. Je merkt dan niet eens dat je een cel met een gemuteerd allel bezit (zie afbeelding 5.1). Maar als een gemuteerd allel voorkomt in een geslachtscel, kan de mutatie wel een grote uitwerking hebben. Wanneer deze geslachtscel versmelt met een andere geslachtscel, komt het gemuteerde allel terecht in de bevruchte eicel. De nakomeling die zich hieruit ontwikkelt, heeft in elke lichaamscel het gemuteerde allel (zie afbeelding 5.2). Of dit gevolgen heeft voor het fenotype, hangt af van hoe sterk het allel is.

Afb. 5 De invloed van een mutatie.**ALBINISME**

Een organisme waarbij een mutatie zichtbaar is in het fenotype, noem je een **mutant**. Een voorbeeld van een mutant is een **albino**. Bij een albino is het lichaam niet in staat melanine (pigment) te vormen: de kleurstof voor haren, ogen en huid. Daardoor lijken de ogen rood en is het organisme erg bleek (zie afbeelding 6.1). Mutaties in genen voor het maken van melanine zijn goed waarneembaar in het fenotype (zie afbeelding 6.2 en 6.3). De meeste mutaties zijn dat niet.

Afb. 6 Albinisme en pigmentmutatie.

1 albino-egel



2 pigmentmutatie bij een mens



3 albinopinguïn

MUTAGENE INVLOEDEN

Het DNA kan beschadigd raken (muteren) onder invloed van straling (bijvoorbeeld radioactieve straling, uv-straling en röntgenstraling) en chemische stoffen (bijvoorbeeld asbest of stoffen in sigarettenrook). Dit worden **mutagene invloeden** genoemd (zie afbeelding 7).

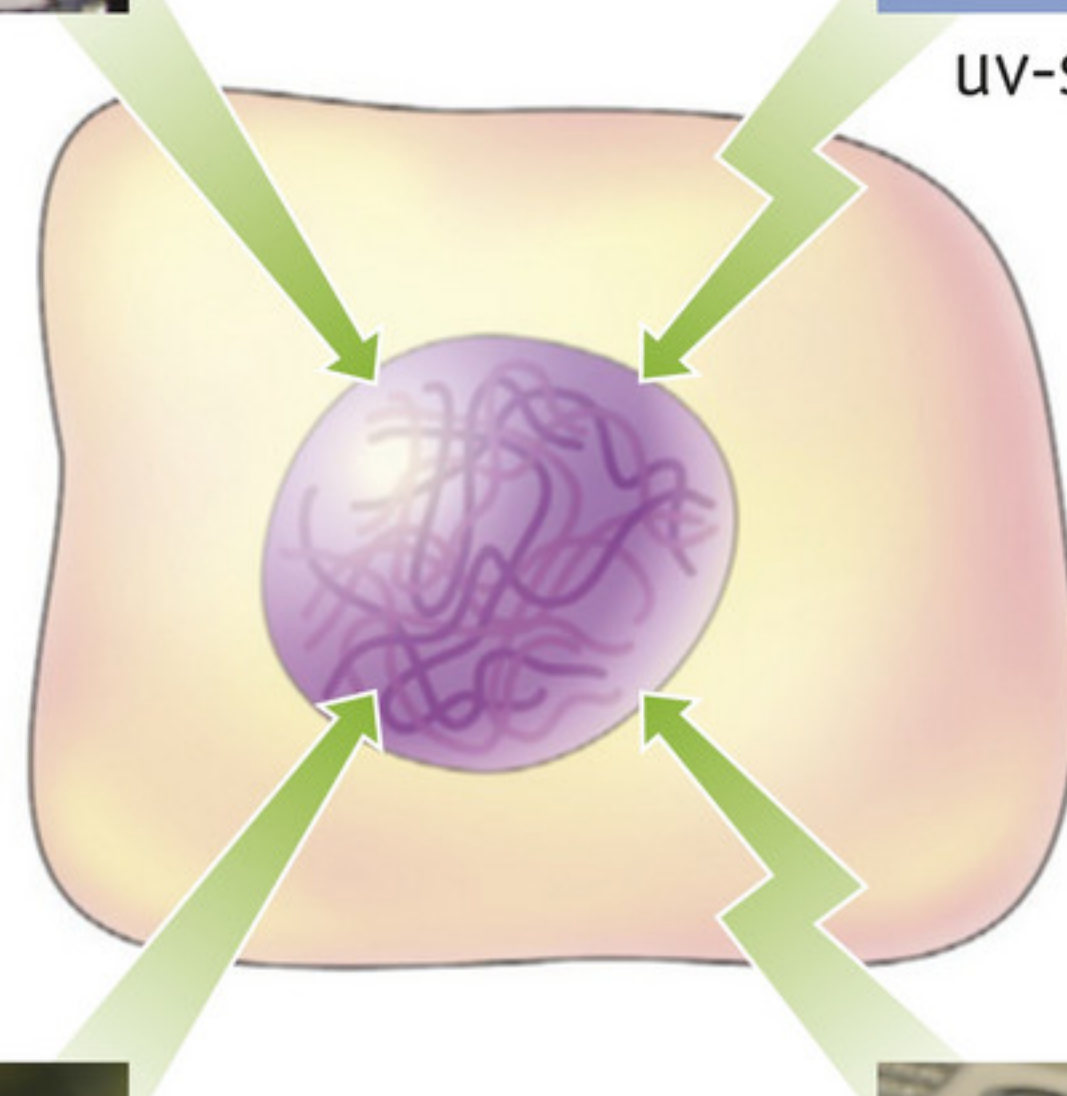
In Japan zijn in 1945 twee atoombommen ontploft. Daarbij kwam enorm veel radioactieve straling vrij. Zelfs nu nog worden in Japan veel meer kinderen met lichamelijke en geestelijke afwijkingen geboren dan in andere landen. Bij Japanners die hebben blootgestaan aan de radioactieve straling en hun nakomelingen komen in de geslachtscellen meer gemuteerde allelen voor dan gemiddeld.

Afb. 7 Mutagene invloeden.

asbeststof



uv-straling



sigarettenrook

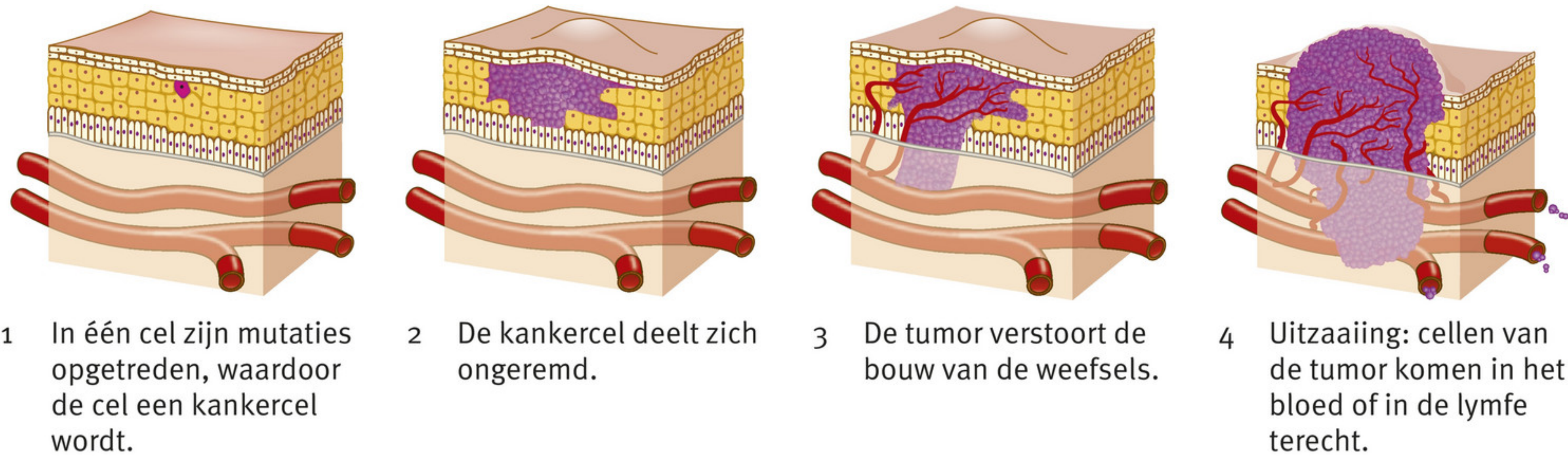
röntgen- en
radioactieve straling

KANKER

De snelheid waarmee celdelingen in het lichaam plaatsvinden, wordt geregeld door het DNA. Maar soms gaan cellen zich ongeremd delen. Dat wordt veroorzaakt door mutaties in genen die betrokken zijn bij het regelen van de celdeling. Er ontstaat dan een gezwel of **tumor**. Sommige tumoren groeien langzaam en verstoren de bouw van de weefsels niet. Deze tumoren zijn goedaardig. Als ze te groot worden, kunnen ze operatief worden verwijderd. Andere tumoren zijn **kwaadaardig**. Een kwaadaardige tumor groeit snel en verstoort de bouw van de weefsels (zie afbeelding 8). Een kwaadaardige tumor wordt **kanker** genoemd.

Cellen van de tumor kunnen terechtkomen in het bloed of in de lymfe (zie afbeelding 8.4). Deze cellen worden meegevoerd en komen in andere lichaamsdelen terecht. Daar kunnen ze zich opnieuw ongeremd gaan delen, waardoor overal in het lichaam tumoren ontstaan. Dit heet **uitzaaiing**.

Afb. 8 Het ontstaan van kanker (schematisch).



KENNIS

1

Je ziet hier een stukje DNA. Van elk basenpaar is één base ingevuld.

a Vul de ontbrekende basen in.

T	A	C	A	C	C	G	G	G	T	T	A	T	A	T	C	G	G	G	A	A	C	A	T	T

- b Kan dit stukje DNA alle informatie voor één eigenschap bevatten? Leg je antwoord uit.
- c De exacte basenvolgorde van dit stukje DNA komt één keer voor op de chromosomen in een eikel van een vrouw.
- Kan deze volgorde twee keer voorkomen in een bevruchte eikel? ja / nee
 - Kan deze volgorde twee keer voorkomen in een witte bloedcel? ja / nee
 - Kan deze volgorde twee keer voorkomen in een zaadcel? ja / nee

2

- a
- Een tumor die de bouw van de weefsels verstoort, is *goedaardig* / *kwaadaardig*.
 - Een tumor die langzaam groeit, is *goedaardig* / *kwaadaardig*.
 - Een tumor die zich verspreidt door uitzaaiing, is *goedaardig* / *kwaadaardig*.
- b Een tumor kan ontstaan door een plotselinge verandering van het genotype.
- Hoe heet een plotselinge verandering van het genotype?
- c Noteer vier invloeden uit de omgeving die een plotselinge verandering in het genotype kunnen veroorzaken.

3

In afbeelding 9 zie je een witte tijger. Het dier heeft een witte vacht met zwarte strepen en blauwe ogen (dat is op de foto niet goed te zien).
Is de witte tijger een albino? Leg je antwoord uit.

Afb. 9 Een witte tijger.



4

Samenvatting



Leg in je eigen woorden de volgende begrippen uit: allel, gen, kanker, mutagene invloed en mutatie.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

INZICHT

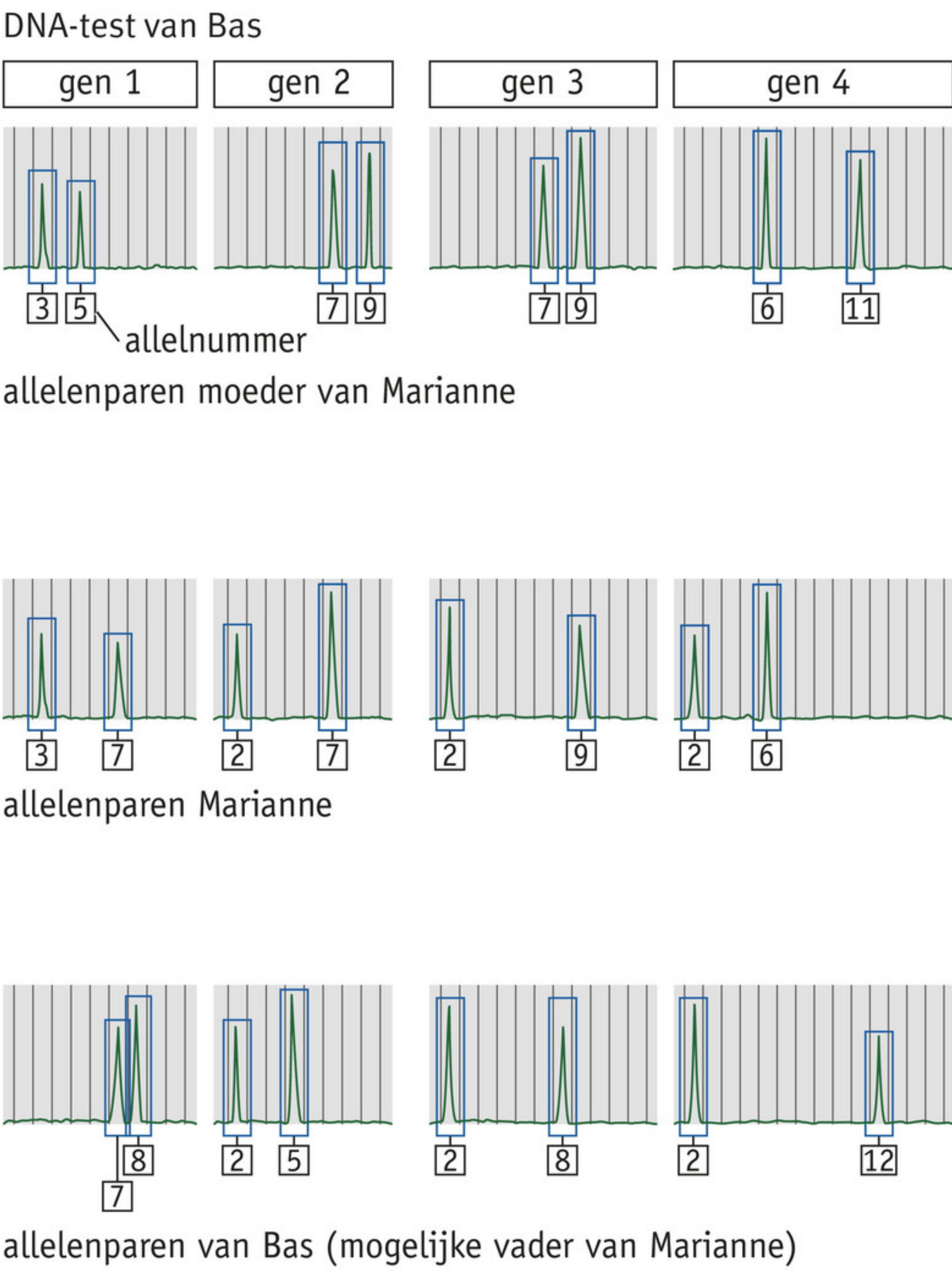
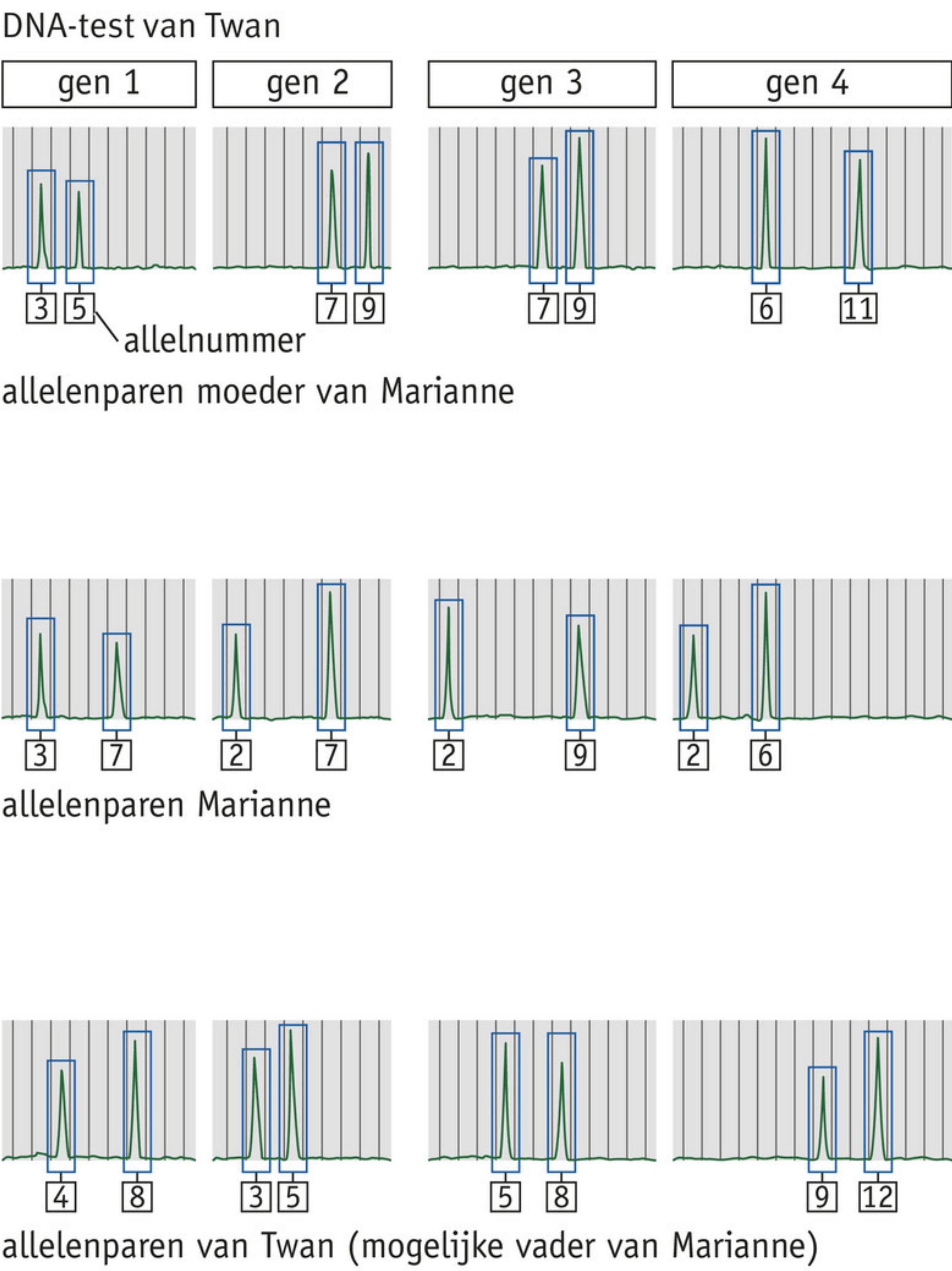
5

Voor ieder mens geldt dat de helft van de allelen afkomstig is van de vader en de helft van de moeder. Hierdoor kan met een DNA-verwantschapstest worden bepaald of een man de vader is van een kind.

Marianne wil laten onderzoeken wie haar biologische vader is: Twan of Bas. In afbeelding 10 zie je het resultaat van het onderzoek bij vier genen.

Leg uit wie de biologische vader van Marianne is.

Afb. 10 DNA-test van Twan (links) en Bas (rechts).



6

In afbeelding 11 zie je twee keer een stukje DNA: links staat de volgorde uit een allel van de moedercel, rechts staat hetzelfde stukje DNA uit de dochtercel.

a Heeft bij de celdeling een mutatie plaatsgevonden? Leg je antwoord uit.

b Kan een mutatie de oorzaak zijn van een erfelijke aandoening? Leg je antwoord uit.

Afb. 11

Cel 1: moedercel

C	C	A	G	T	G
G	G	T	C	A	C

Cel 2: dochtercel

C	C	A	C	T	G
G	G	T	G	A	C

7

Een kankergezwel kan worden verwijderd door middel van een operatie. Bij kanker met uitzaaiing is een operatie niet voldoende.

Leg uit waarom een operatie dan niet voldoende is.

8

- a** Welke mutagene invloed is de belangrijkste oorzaak van huidkanker?
- ☐ A asbeststof
 - ☐ B röntgen- en radioactieve straling
 - ☐ C sigarettenrook
 - ☐ D uv-straling
- b** Melanine is de kleurstof voor huid, haren en ogen. Hoe meer melanine, hoe donkerder de huid.
Wie loopt meer kans om huidkanker te krijgen: iemand met een lichte huid of iemand met een donkere huid? Leg je antwoord uit.
- c** Net als de zon geven de lampen in een zonnebank uv-straling af. Sommige mensen willen voorkomen dat hun huid verbrandt tijdens de vakantie. Daarom gaan ze voor de vakantie naar de zonnebank.
Is het verstandig om naar de zonnebank te gaan om bruin te worden? Leg je antwoord uit.
- d** Jongeren onder de 18 jaar mogen niet onder de zonnebank. Leg uit waarom niet.

+ 9

Een dierenarts maakt regelmatig röntgenfoto's. Daarbij draagt hij een loodschort (zie afbeelding 12). Het lood houdt röntgenstralen tegen. Om de hals zit een kraag van lood. Deze beschermt de schildklier tegen straling. Dit orgaan is erg stralingsgevoelig, vooral bij personen onder de 30 jaar.

Welk ander deel van het lichaam moet zeker worden beschermd tegen röntgenstraling? Leg je antwoord uit.

Afb. 12 Een loodschort beschermt tegen röntgenstralen.



SAMENHANG leefwereld

PALEIS HUIS TEN BOSCH

In 2019 is koning Willem-Alexander met zijn gezin verhuisd naar paleis Huis ten Bosch. Om het paleis weer geschikt te maken voor bewoning, is het eerst helemaal gerenoveerd. De renovatie heeft drie jaar geduurd. Een van de meest opvallende ruimten in het paleis is de DNA-salon. De wanden van deze kamer zijn bekleed met zestigduizend tegeltjes. Die tegeltjes stellen een deel van de erfelijke informatie van de koning voor. In verband met de privacy zijn alleen bepaalde delen van de erfelijke informatie weergegeven. Zo wordt voorkomen dat een deskundige uit de tegeltjes informatie haalt die niet bekend mag worden. Bijvoorbeeld informatie over het voorkomen van bepaalde erfelijke aandoeningen bij de koning. In de kamer zijn ook stukjes DNA te zien van de koningin en de prinsessen. De muren zijn zo een 'portret' van de koninklijke familie. Wil jij thuis ook zo'n DNA-muur hebben? Dan moet je nu al beginnen met die klus. Om al jouw genetische informatie weer te geven, moet je drie miljard (3 000 000 000) tegeltjes op de muur plakken. Nog even doorwerken dus!

Afb. 13 De DNA-salon in Huis ten Bosch.



10

Lees de tekst 'Paleis Huis ten Bosch'.

- a** De muur bestaat uit horizontale banen van vier tegeltjes hoog. Wat stelt elk bruin tegeltje in de DNA-salon voor?
 - ☐ A een allel
 - ☐ B een base
 - ☐ C een DNA-streng
 - ☐ D een gen
- b** Binnen een baan is per kolom maar één tegeltje bruin. Leg uit hoe in de DNA-salon de basenparen in de juiste volgorde worden weergegeven.
- c** Een portret is een voorstelling van een persoon. Meestal is het een foto of een schilderij.
De ontwerper van de muur noemt de weergave van het DNA ook een portret. Leg uit waarom.
- d** Stel je voor dat alle erfelijke informatie van de koning bekend wordt.
Is het mogelijk dat een kunstenaar aan de hand van die informatie een goed gelijkend portret schildert? Leg je antwoord uit.

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

4 De evolutietheorie

LEERDOEL

5.4.9 Je kunt de evolutietheorie beschrijven.

► Practicum 1

TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	5.4.9
Onthouden	1ab, 2b
Begrijpen	1c, 2a, 3, 4
Toepassen	5, 6ab, 7bc, 9b
Analyseren	6c, 7a, 8, 9acd

Er leven miljoenen soorten organismen op aarde. Deze vormen van leven kunnen er erg verschillend uitzien (zie afbeelding 1). Soorten kunnen ontstaan, veranderen en verdwijnen.

EVOLUTIE

De levensvormen op aarde zijn in de loop van de tijd ontstaan en veranderd. De ontwikkeling van het leven op aarde waarbij soorten ontstaan, veranderen en/of verdwijnen, noem je **evolutie**.

De **evolutietheorie** is vooral ontwikkeld door Charles Darwin, een Engelse onderzoeker uit de negentiende eeuw. Hij gaat uit van een periode van miljoenen jaren, variatie in genotypen, natuurlijke selectie en het ontstaan van nieuwe soorten.

Afb. 1 Vormen van leven.



VARIATIE IN GENOTYPEN

De meeste planten en dieren planten zich geslachtelijk voort. Bij geslachtelijke voortplanting ontstaat variatie in genotypen. Ook door mutaties kan variatie in genotypen ontstaan. Als nieuwe genotypen ontstaan, kan dat leiden tot nieuwe fenotypen (zie afbeelding 2).

Afb. 2 Variatie in fenotypen.



1 bij tomaten



2 bij lieveheersbeestjes



3 bij slakken

NATUURLIJKE SELECTIE

Sommige organismen krijgen veel nakomelingen. Een vrouwtjeskikker kan in één voorjaar wel drieduizend eieren in een vijver leggen. Maar de vijver bevat niet genoeg voedsel voor zo veel kikkers.

Niet alle kikkers hebben een even grote **overlevingskans**. Kikkers met een zwakke gezondheid of met een afwijkende kleur worden eerder gevangen door roofdieren. Deze kikkers leven kort en hebben weinig kans om nakomelingen te krijgen. Kikkers die gezond en sterk zijn en een goede schutkleur hebben, hebben de grootste kans om in leven te blijven en nakomelingen te krijgen. Darwin noemde dit verschijnsel **natuurlijke selectie** (zie afbeelding 3).

Afb. 3 Natuurlijke selectie bij kikkervisjes.



Een dier kan goed of minder goed zijn aangepast aan het milieu. Dit wordt vooral bepaald door het genotype. Een dier dat goed aan zijn milieu is aangepast, heeft een grote overlevingskans. Van dit dier zullen waarschijnlijk veel nakomelingen in leven blijven en zich voortplanten. De eigenschappen die gunstig zijn om te overleven, worden doorgegeven aan de nakomelingen.

Een dier dat slecht aan het milieu is aangepast, krijgt waarschijnlijk weinig of geen nakomelingen. Het ongunstige genotype wordt zo vrijwel niet doorgegeven aan de nakomelingen. Dit geldt niet alleen voor dieren, maar voor alle organismen.

Door geslachtelijke voortplanting ontstaan steeds nieuwe genotypen (variatie), en de omstandigheden voor een soort kunnen keer op keer veranderen. Door natuurlijke selectie kunnen soorten dus voortdurend veranderen.

Een voorbeeld is de giraffe met zijn lange nek (zie afbeelding 4). Een giraffe die een iets langere nek heeft dan andere giraffen, kan meer blaadjes van bomen eten. Hij heeft meer kans om te overleven en nakomelingen te krijgen, die ook weer een langere nek hebben. Zo kunnen er steeds meer giraffen komen met een langere nek, die blaadjes kunnen eten waar andere soorten niet bij kunnen. De soort verandert en is dan beter aangepast aan de omstandigheden.

Afb. 4 Een lange nek is een nuttige aanpassing voor een giraffe.

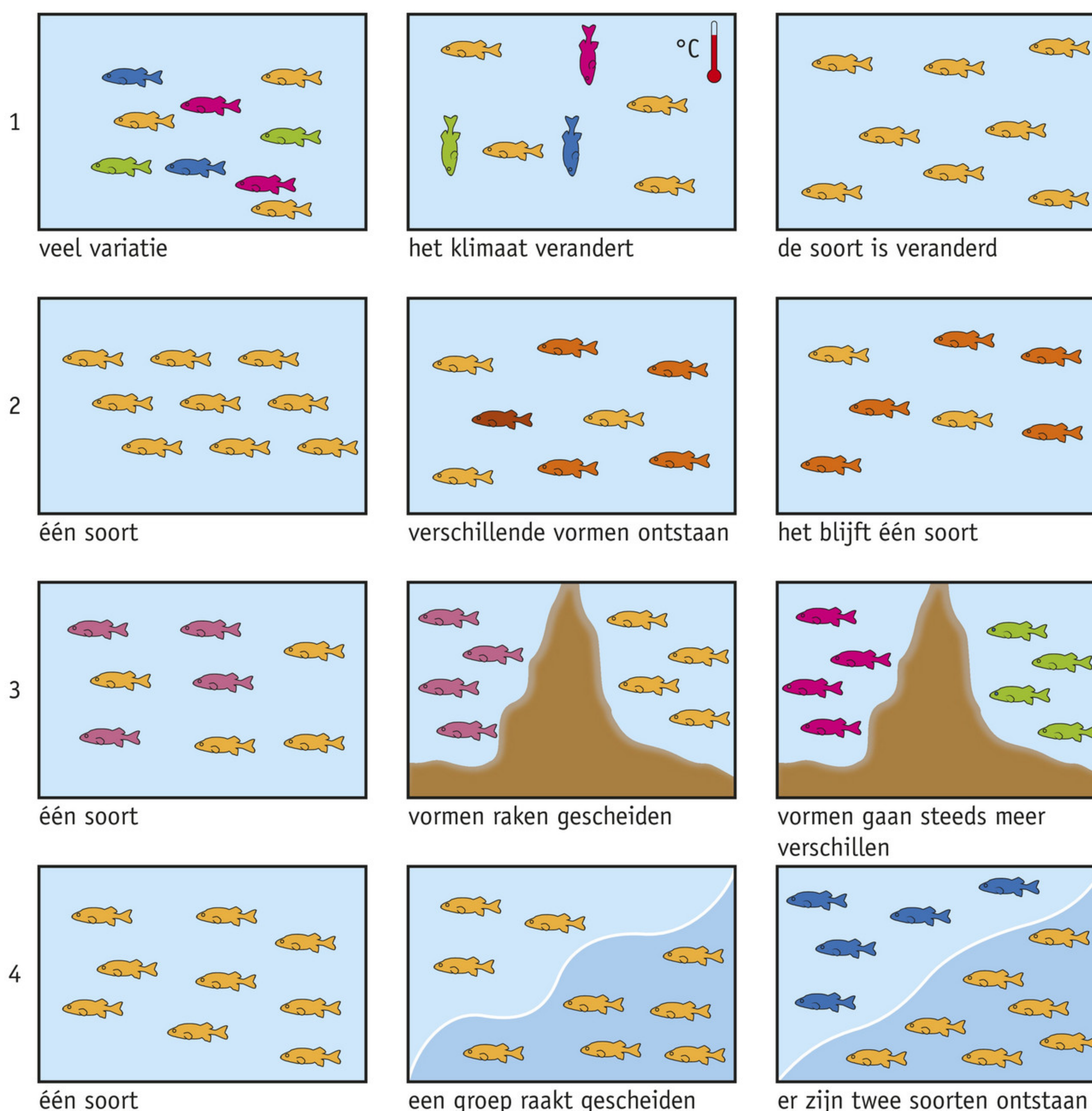


ONTSTAAN VAN NIEUWE SOORTEN

Een soort als geheel heeft een grotere overlevingskans als bij deze soort veel verschillende genotypen en fenotypen voorkomen. Dan is er veel variatie. Als de omstandigheden veranderen, is de kans groot dat er organismen zijn met de juiste eigenschappen voor die nieuwe omstandigheden.

Het klimaat kan bijvoorbeeld veranderen. Als binnen een soort veel variatie is in genotypen en fenotypen, zijn er waarschijnlijk ook organismen bij met eigenschappen die gunstig zijn in het nieuwe klimaat. Als deze organismen zich voortplanten, geven ze hun genen door aan hun nakomelingen (zie afbeelding 5.1). De nakomelingen erven dan de gunstige eigenschap, terwijl de variatie in genotypen voor andere eigenschappen binnen de soort blijft bestaan. Soortgenoten die de genen voor de gunstige eigenschap niet hebben, zijn minder goed aangepast aan het nieuwe klimaat. De kans dat zij zich voortplanten, is kleiner. Als alleen de organismen met de nieuwe, afwijkende vorm blijven voortbestaan, is de soort veranderd.

Afb. 5 Hoe nieuwe soorten ontstaan.



Ook kunnen beide vormen naast elkaar blijven bestaan. Organismen met de oorspronkelijke vorm en organismen met de nieuwe, afwijkende vorm planten zich dan onderling voort. Meestal ontstaan dan ook allerlei gemengde vormen. Als de organismen met verschillende vormen zich onderling blijven voortplanten, blijven ze tot dezelfde soort behoren (zie afbeelding 5.2). Er zal dan geen nieuwe soort ontstaan. Wel ontstaan er verschillende vormen van de soort. Denk bijvoorbeeld aan verschillende hondenrassen. Deze behoren alle tot één soort, want ze kunnen zich onderling voortplanten.

De verschillende vormen van een soort kunnen geïsoleerd (gescheiden) raken van elkaar, bijvoorbeeld door een rivier, bergen, ijs, een woestijn of een zee. De twee vormen kunnen dan steeds meer van elkaar gaan verschillen (zie afbeelding 5.3). Na lange tijd zijn organismen van de twee vormen niet meer in staat zich onderling voort te planten en daarbij vruchtbare nakomelingen te krijgen. De twee vormen zijn dan twee soorten geworden. Zo kunnen verschillende soorten ontstaan door **isolatie**.

Hetzelfde kan gebeuren als een groep organismen van één soort geïsoleerd raakt van de rest van de soort. In de loop van de tijd kan het milieu in de twee leefgebieden gaan verschillen. Elke groep organismen ontwikkelt aanpassingen aan het eigen milieu (zie afbeelding 5.4). Daardoor kunnen twee verschillende soorten ontstaan.

KENNIS

1

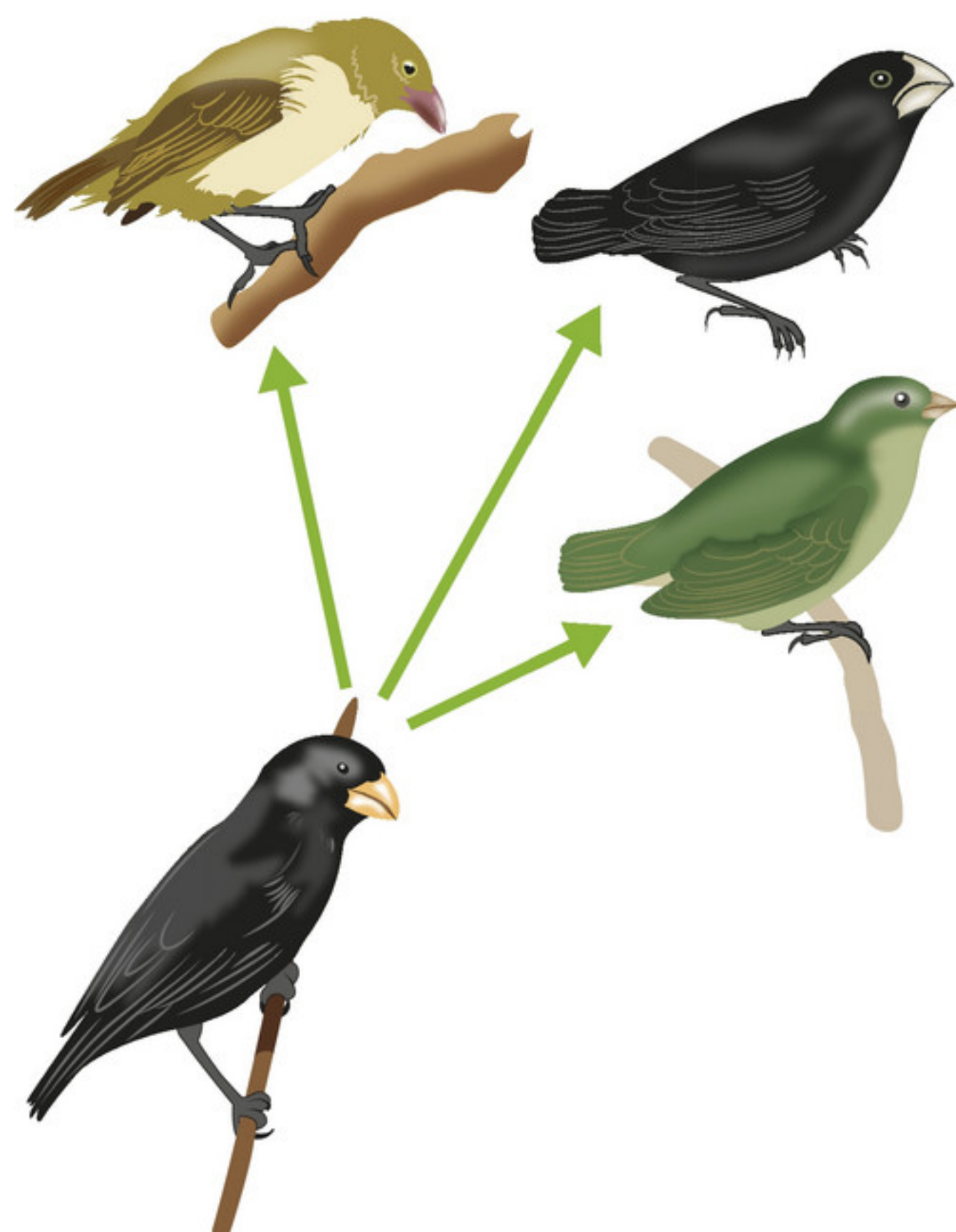
- a Wat is evolutie?
- b Wie was de grondlegger van de evolutietheorie?
- c Hier is de kern van de evolutietheorie kort weergegeven. Maak de tekst kloppend. Variatie in genotypen ontstaat bij *geslachtelijke* / *ongeslachtelijke* voortplanting. Daardoor is het genotype van individuen van dezelfde soort *altijd* / *nooit* precies hetzelfde. De eigenschappen van individuen van dezelfde soort zijn daardoor *altijd* / *nooit* precies hetzelfde. Eigenschappen waardoor een individu beter kan overleven, worden *minder vaak* / *vaker* doorgegeven aan de volgende generatie. Daardoor kan een soort zich aanpassen of veranderen.

2

In afbeelding 6 zie je hoe door evolutie drie soorten vinken zijn ontstaan uit een gemeenschappelijke voorouder.

- a Vanaf welk moment is er sprake van nieuwe soorten?
 - ☐ A Vanaf het moment dat de verschillende vormen geïsoleerd van elkaar leven.
 - ☐ B Vanaf het moment dat de verschillende vormen zich niet meer samen kunnen voortplanten.
 - ☐ C Vanaf het moment dat elke vorm in een ander soort voedsel is gespecialiseerd.
 - ☐ D Vanaf het moment dat er verschillende fenotypen zijn ontstaan.
- b Bij een bepaald soort vink komen veel verschillende genotypen voor. Heeft deze vinkensoort een grote of een kleine overlevingskans als het milieu verandert? Leg je antwoord uit.

Afb. 6 Soortvorming bij vinken.



Afb. 7



1 poolvos



2 woestijnvos

3

Vossen kom je tegen in een gematigd klimaat, maar ook in het noordpoolgebied en in de Sahara. Poolvossen en woestijnvossen hebben aanpassingen waarmee ze hun lichaamstemperatuur constant houden (zie afbeelding 7). De poolvos heeft een dikke vetlaag, een witte vacht en kleine oren. De woestijnvos heeft een dunne vacht en grote oren.

a Leg bij elke eigenschap uit hoe de vos hiermee is aangepast aan zijn omgeving of milieu.

b De woestijnvos stamt af van ‘gewone vossen’ die in een gematigd klimaat leven. Lang geleden is een groep vossen in de Sahara terechtgekomen en geëvolueerd tot de woestijnvos.

Leg uit hoe de evolutie tot woestijnvos is verlopen. Gebruik in je uitleg de volgende begrippen: *genotype – mutatie – natuurlijke selectie – variatie*.

4



Samenvatting

Beschrijf hoe volgens de evolutietheorie soorten kunnen ontstaan, veranderen en verdwijnen.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

INZICHT

5

In afbeelding 8 zie je een zinkviooltje. Deze plant komt alleen voor op plaatsen waar veel zink in de bodem voorkomt, zoals het Geuldal in Zuid-Limburg. Deze soort heeft zich aangepast aan het leven op plekken met veel zinkvervuiling.

Door kruisbestuiving met stuifmeel van tuinvioltjes is het aantal zinkviooltjes afgenomen.

Leg uit dat kruisbestuiving met tuinvioltjes een bedreiging is voor de zinkviooltjes.

Afb. 8 Een zinkviooltje.



6

In afbeelding 9 zie je dat honden met allerlei fenotypen voorkomen. Hoewel honden erg van elkaar kunnen verschillen, behoren alle honden tot dezelfde soort.

- a** Waaruit blijkt dat alle honden tot dezelfde soort behoren?
- b** Bij het fokken van honden passen fokkers 'kunstmatige selectie' toe.
Leg uit hoe door het fokken met honden zoveel verschillende rassen zijn ontstaan.
- c** Je zou kunnen zeggen dat het fokken van hondenrassen het omgekeerde is van evolutie. Leg dat uit.

Afb. 9 Hondenrassen.

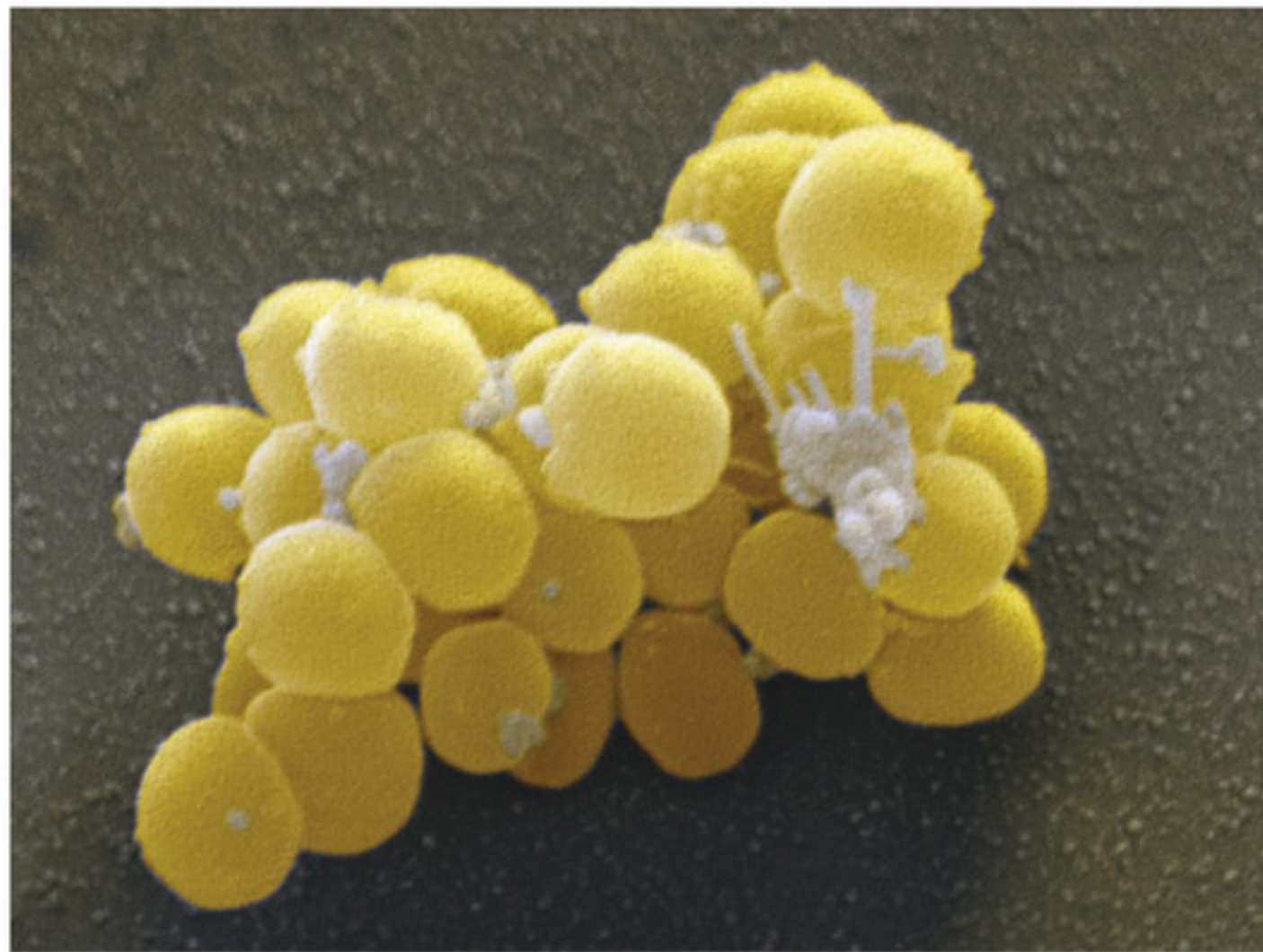


7

De bacterie *Staphylococcus aureus* komt in veel ziekenhuizen voor. Een deel van de bacteriën is ongevoelig (resistent) geworden voor antibiotica. Deze bacteriën worden MRSA-bacteriën of ziekenhuisbacteriën genoemd (zie afbeelding 10).

- Leg uit hoe bij bacteriën variatie in genotypen kan ontstaan.
- Leg uit waardoor de evolutie bij bacteriën veel sneller verloopt dan bij de mens.
- Artsen waarschuwen voor het gebruik van antibiotica. Ze zijn bang dat antibiotica in de toekomst niet werkzaam meer zijn.
Leg uit waardoor de werkzaamheid van antibiotica kan verminderen.

Afb. 10 MRSA-bacteriën.



+ 8

De Tasmaanse duivel is een buideldier dat leeft op het Australische eiland Tasmanië (zie afbeelding 11). Door een dodelijke, besmettelijke ziekte werd het dier met uitsterven bedreigd. Maar nu lijkt het dier zich toch te redden. Een deel van de dieren bezit een allel waardoor ze eerder geslachtsrijp zijn.

Leg uit hoe dit allel de Tasmaanse duivel kan behoeden voor uitsterven.

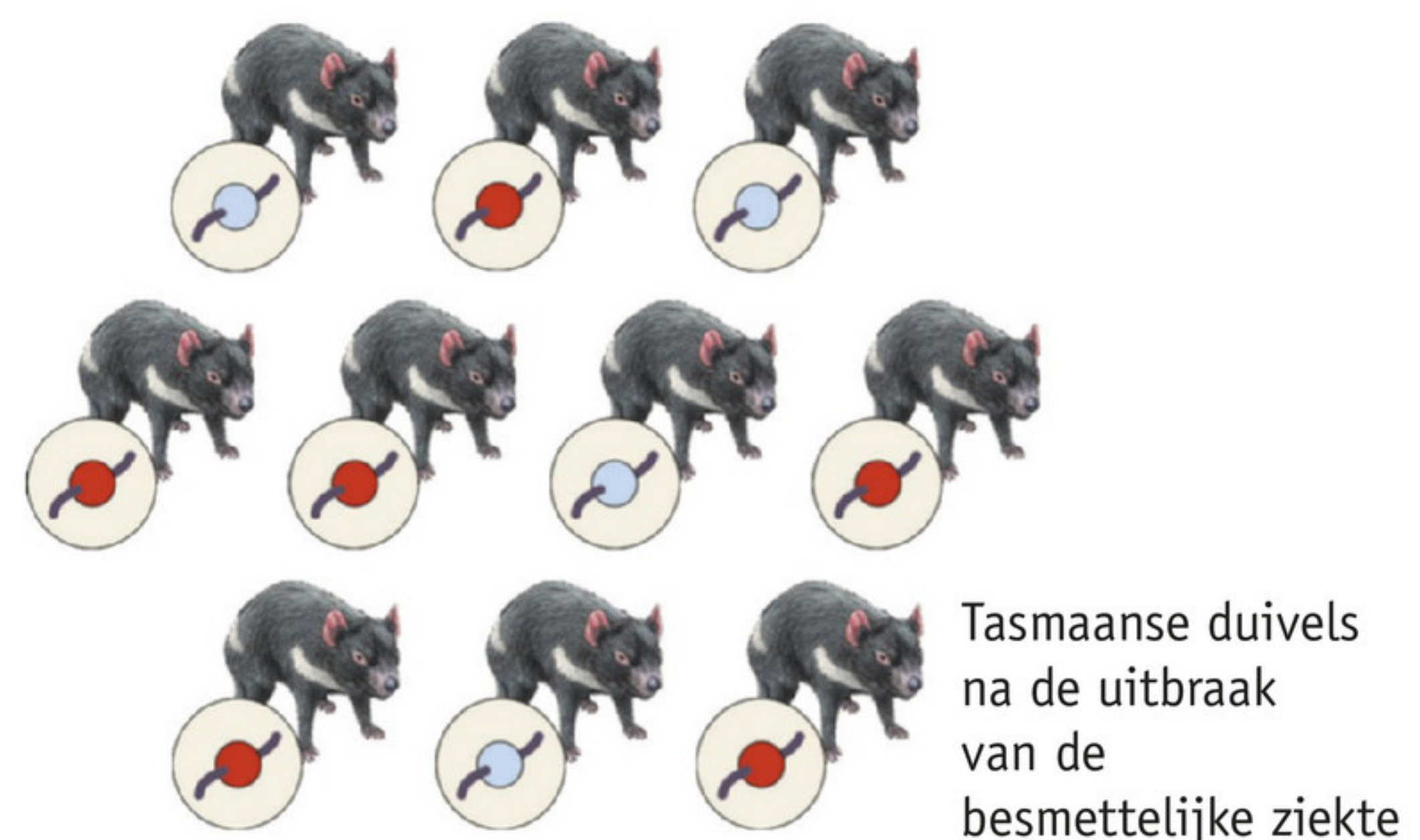
Afb. 11 Tasmaanse duivel.



Legenda:

 allel voor langzame voortplanting

 allel voor snelle voortplanting



SAMENHANG leefwereld

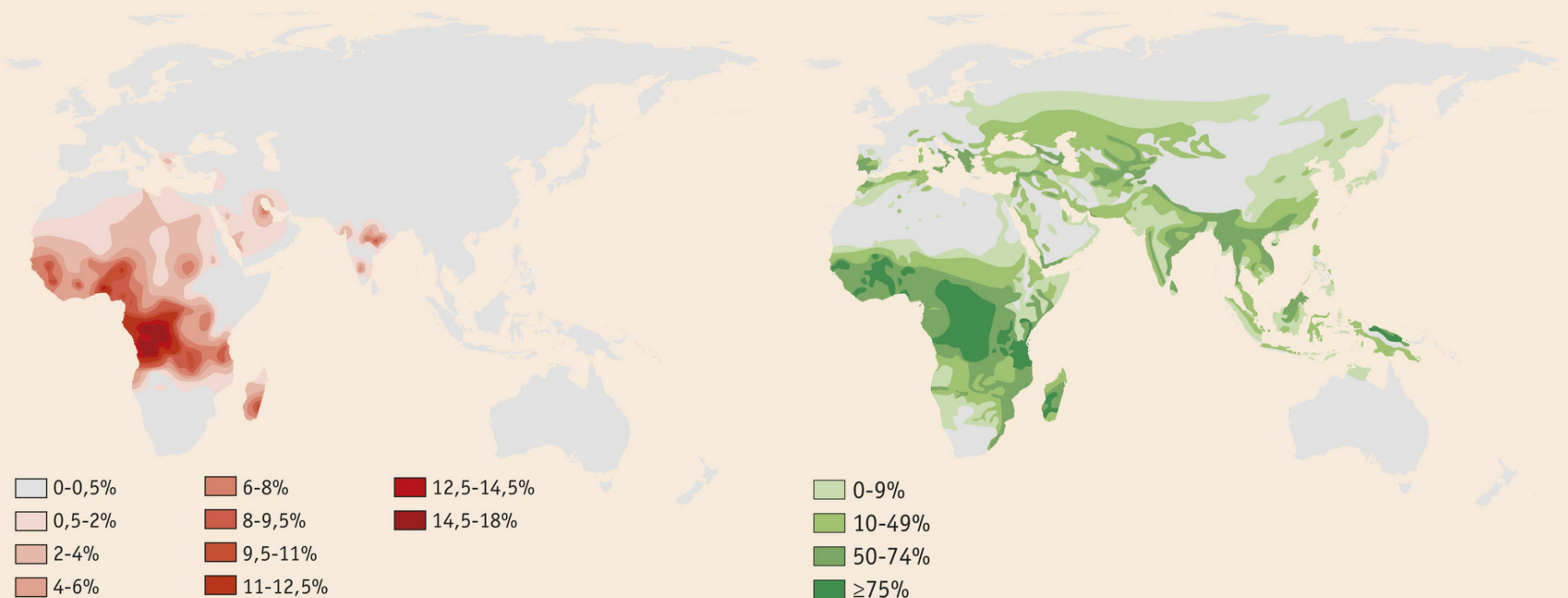
MALARIA EN SIKKELCELANEMIE

Malaria is een tropische infectieziekte. De ziekteverwekker wordt overgebracht door muggen. Malaria is een ernstige ziekte. Je krijgt hoge koorts en rode bloedcellen worden vernietigd. Daardoor ontstaan verstoppingen in de bloedvaten. Zonder behandeling is de sterftekans 95%.

Een andere ziekte die vooral in tropische gebieden voorkomt, is sikkelcelanemie. Bij deze ziekte bevatten de rode bloedcellen een afwijkend type hemoglobine. Hierdoor zijn de rode bloedcellen misvormd. Daardoor kunnen ze niet goed door de haarvaten stromen, waardoor er te weinig bloed in de weefsels komt.

Sikkelcelanemie is een erfelijke ziekte. De ziekte ontstaat door een mutatie in het gen voor de aanmaak van hemoglobine. Iemand waarbij beide allelen gemuteerd zijn, heeft een ernstige vorm van sikkelcelanemie, met pijnaanvallen, koorts en weefselschade. Deze mensen overlijden vaak voor hun 50e levensjaar. Wanneer één allel gemuteerd is, is de ziekte minder ernstig. Mensen met een allel voor sikkelcelanemie blijken meer weerstand te hebben tegen malaria. De malariamug kan zich namelijk minder goed voortplanten in rode bloedcellen van mensen met het sikkelcelallel.

Afb. 12 Gebieden met sikkelcelanemie en malaria.



1 percentage bewoners met het allel voor sikkelcelanemie

2 percentage kinderen met malaria

9

Lees de tekst 'Malaria en sikkelcelanemie'.

a Vergelijk het verspreidingsgebied van sikkelcelanemie met het verspreidingsgebied van malaria.

Wat valt je op?

b Wie heeft de grootste kans om te overleven in een gebied zonder malaria?

- ☐ A Iemand met één gemuteerd allel voor de aanmaak van hemoglobine.
- ☐ B Iemand met twee gemuteerde allelen voor de aanmaak van hemoglobine.
- ☐ C Iemand zonder gemuteerde allelen voor de aanmaak van hemoglobine.

c Wie heeft de grootste kans om te overleven in een gebied met malaria?

- ☐ A Iemand met één gemuteerd allel voor de aanmaak van hemoglobine.
- ☐ B Iemand met twee gemuteerde allelen voor de aanmaak van hemoglobine.
- ☐ C Iemand zonder gemuteerde allelen voor de aanmaak van hemoglobine.

d Leg uit dat sikkelcelanemie vaker voorkomt in Afrika dan in Europa.

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

5 Geschiedenis van het leven op aarde

LEERDOELEN

5.5.10 Je kunt uitleggen hoe fossielen zijn ontstaan.

► Practicum 2

5.5.11 Je kunt uitleggen dat soorten verwant zijn als ze een gemeenschappelijke voorouder hebben.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	5.5.10	5.5.11	5.3.6*
Onthouden	2a	1a	1a
Begrijpen	2bc, 4	1b, 3, 4	
Toepassen	6, 10	5, 10	
Analyseren		7, 8, 9	

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

Tijdens de ontwikkeling van het leven op aarde zijn allerlei soorten organismen ontstaan. Tussen verschillende soorten bestaan veel overeenkomsten, zoals overeenkomsten in DNA, eiwitten en fenotype.

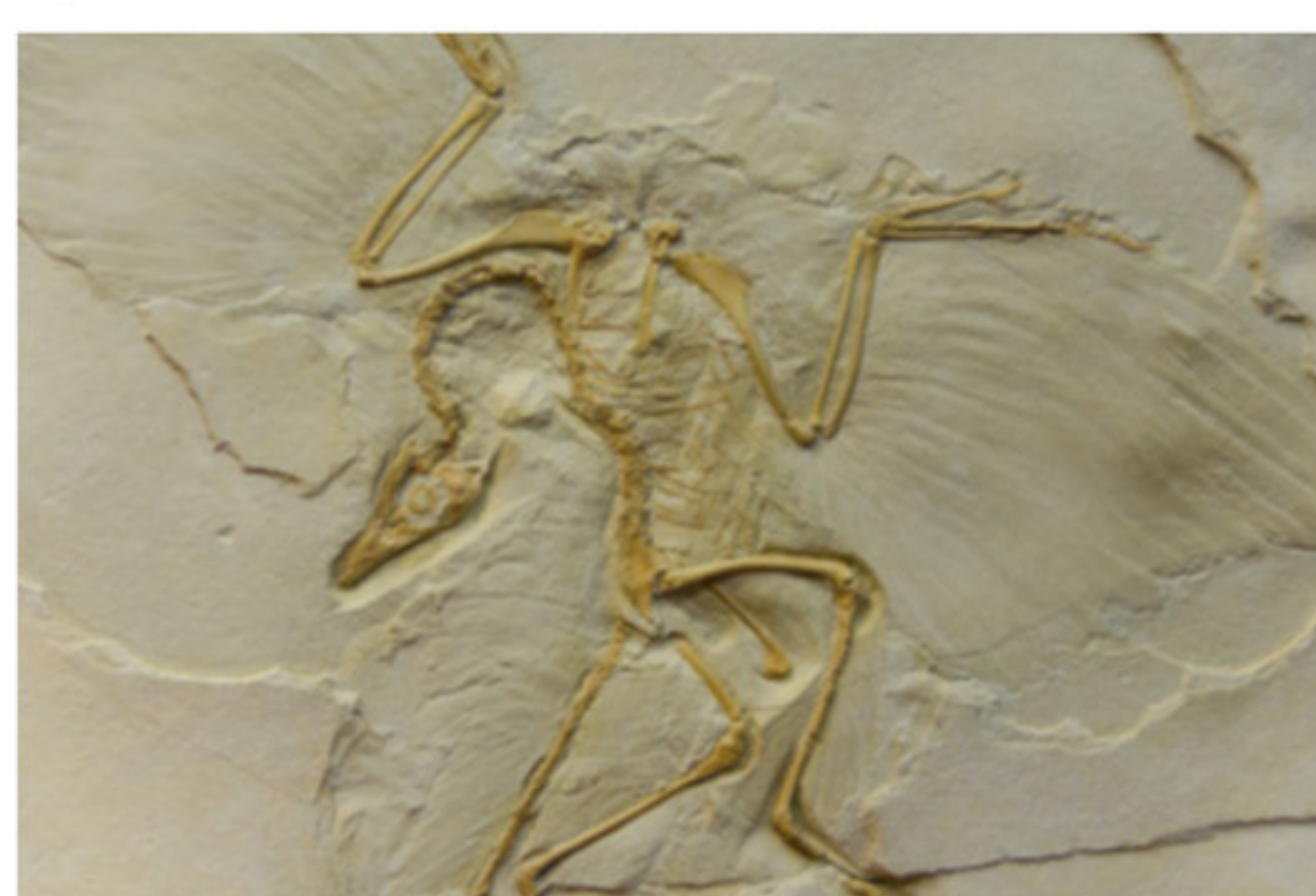
FOSSIELEN

In gesteentelagen worden soms fossielen aangetroffen. **Fossielen** zijn versteende overblijfselen van organismen, of afdrukken van organismen in gesteenten (zie afbeelding 1). Fossielen ontstaan als de resten van organismen worden bedekt door **sedimenten** (lagen van zand- of kleideeltjes). Als dit snel gebeurt, krijgen bacteriën en schimmels niet de tijd om de resten helemaal af te breken. De sedimenten verstenen en het fossiel blijft bewaard. Zachte delen vergaan vaak te snel om te kunnen fossiliseren. Van schelpdieren worden dan ook veel meer fossielen gevonden dan van bijvoorbeeld wormen.

Afb. 1 Fossielen (mjl = miljoen jaar geleden).



1 Trilobieten: geledpotigen die in zee leefden (500 mjl)



2 Archaeopteryx of Oervogel: een vliegende sauriër (150 mjl)



3 Lycoptera: een vis die leefde in het gebied dat nu China is (150–75 mjl)

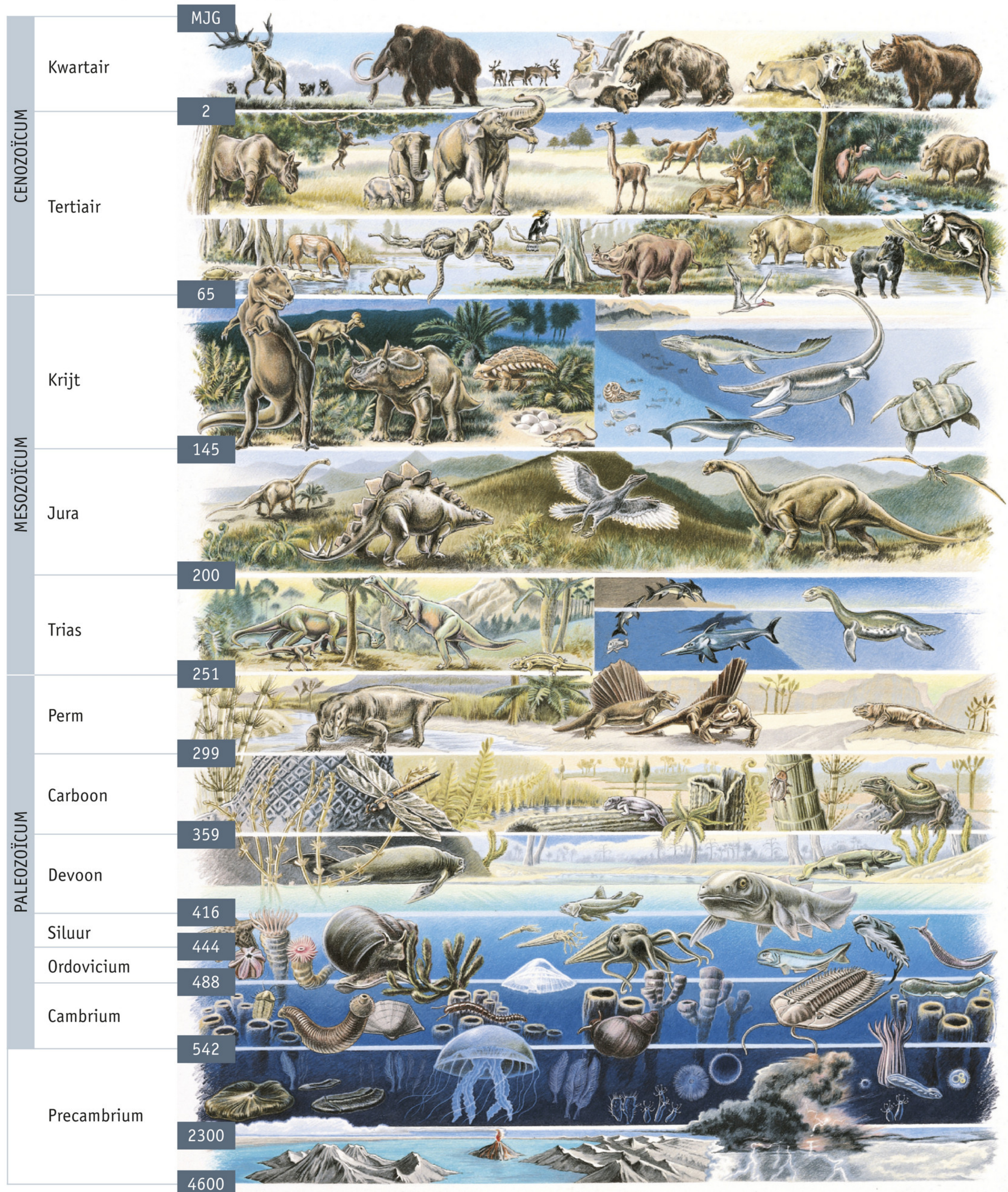
Nieuwe sedimenten worden boven op oudere lagen afgezet. Meestal liggen de jongste gesteentelagen het dichtst aan de oppervlakte. Oudere gesteentelagen liggen dieper in de aardkorst.

Van sommige soorten komen de fossielen slechts in één gesteentelaag voor, terwijl ze niet voorkomen in oudere en jongere gesteentelagen. Blijkbaar hebben deze soorten organismen alleen in een bepaalde periode geleefd en zijn daarna uitgestorven. Hieruit blijkt dat in de geschiedenis van de aarde soorten zijn ontstaan en weer zijn verdwenen. Fossielen laten soms zien dat soorten veranderen.

TIJDPERKEN

De geschiedenis van het leven op aarde wordt verdeeld in tijdperken, die verder worden onderverdeeld in perioden. In afbeelding 2 zijn de tijdperken en perioden weergegeven in een **geologische tijdschaal** (geologie = leer van de aarde). Daarin zie je hoeveel miljoen jaar geleden een periode begon en eindigde en welke levensvormen in die periode bestonden. De oudste levensvormen op aarde staan onderaan.

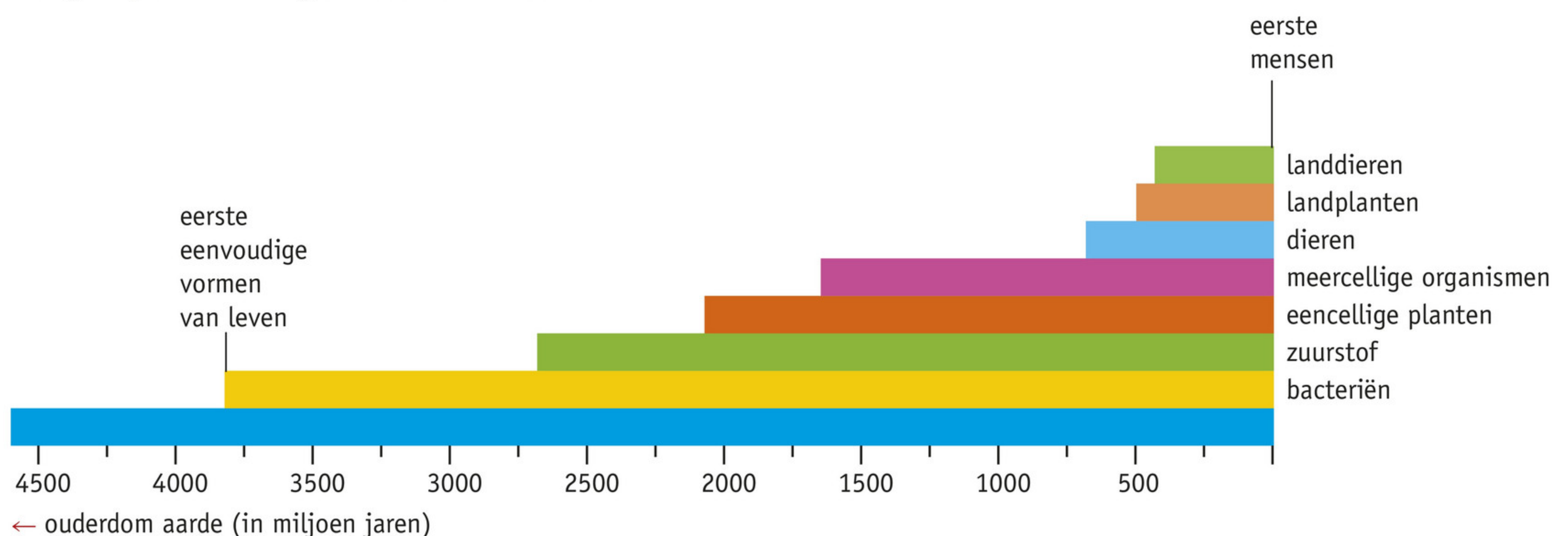
Afb. 2 Geologische tijdschaal (mjg = miljoen jaar geleden).



In afbeelding 3 is de geschiedenis van de aarde op een tijdbalk weergegeven. De aarde bestaat ongeveer 4600 miljoen jaar (4,6 miljard jaar). In het begin van het bestaan van de aarde was er geen leven mogelijk. De temperatuur was hiervoor nog veel te hoog. Ongeveer 3800 miljoen jaar geleden ontstonden waarschijnlijk de eerste eenvoudige levensvormen. Deze leefden in het water. De lucht bevatte toen nog geen zuurstof. Uit deze eenvoudige levensvormen ontstonden de eerste bacteriën. Een deel van deze bacteriën kon zuurstof produceren.

Ongeveer 3300 miljoen jaar geleden ontstonden andere eencellige organismen die fotosynthese konden laten plaatsvinden. Daardoor kwam er langzaam meer zuurstof in het water en ook in de lucht. Ongeveer 1600 miljoen jaar geleden ontwikkelden zich de eerste meercellige organismen. De eerste dieren ontstonden ongeveer 700 miljoen jaar geleden. Al deze soorten ontstonden in de oceanen en zeeën. Op het land kwamen alleen bacteriën voor.

Afb. 3 Tijdbalk van de geschiedenis van de aarde.



DIEREN OP HET LAND

De eerste landdieren waren voornamelijk geleedpotigen (vooral duizendpoten). Zij werden al snel gevolgd door gewervelden, de amfibieën en de reptielen. Ongeveer 251 miljoen jaar geleden begon de enorme bloeitijd van de reptielen. Er verschenen allerlei soorten sauriërs (*sauros* = hagedis). Op het land leefden enorme dinosauriërs. Ook in het water en in de lucht leefden allerlei soorten sauriërs (zie afbeelding 4). Tegelijk met de sauriërs ontstonden de eerste zoogdieren en vogels.

Afb. 4 Uitgestorven dieren.



De sauriërs stierven 65 miljoen jaar geleden in korte tijd uit. De oorzaak hiervan was waarschijnlijk een klimaatverandering. Een rotsblok van ongeveer 10 km doorsnede sloeg vanuit de ruimte in op de aarde. Dit gaf een enorme explosie, gevolgd door uitgestrekte bosbranden. Hierna hebben enkele jaren zwarte wolken van stof en roet boven het aardoppervlak gehangen. Ook waren er rond deze tijd enorme vulkaanuitbarstingen in Azië. Vermoedelijk hebben alle stofwolken zo veel zonlicht tegengehouden dat het op de hele aarde vrijwel donker werd en de temperatuur sterk daalde.

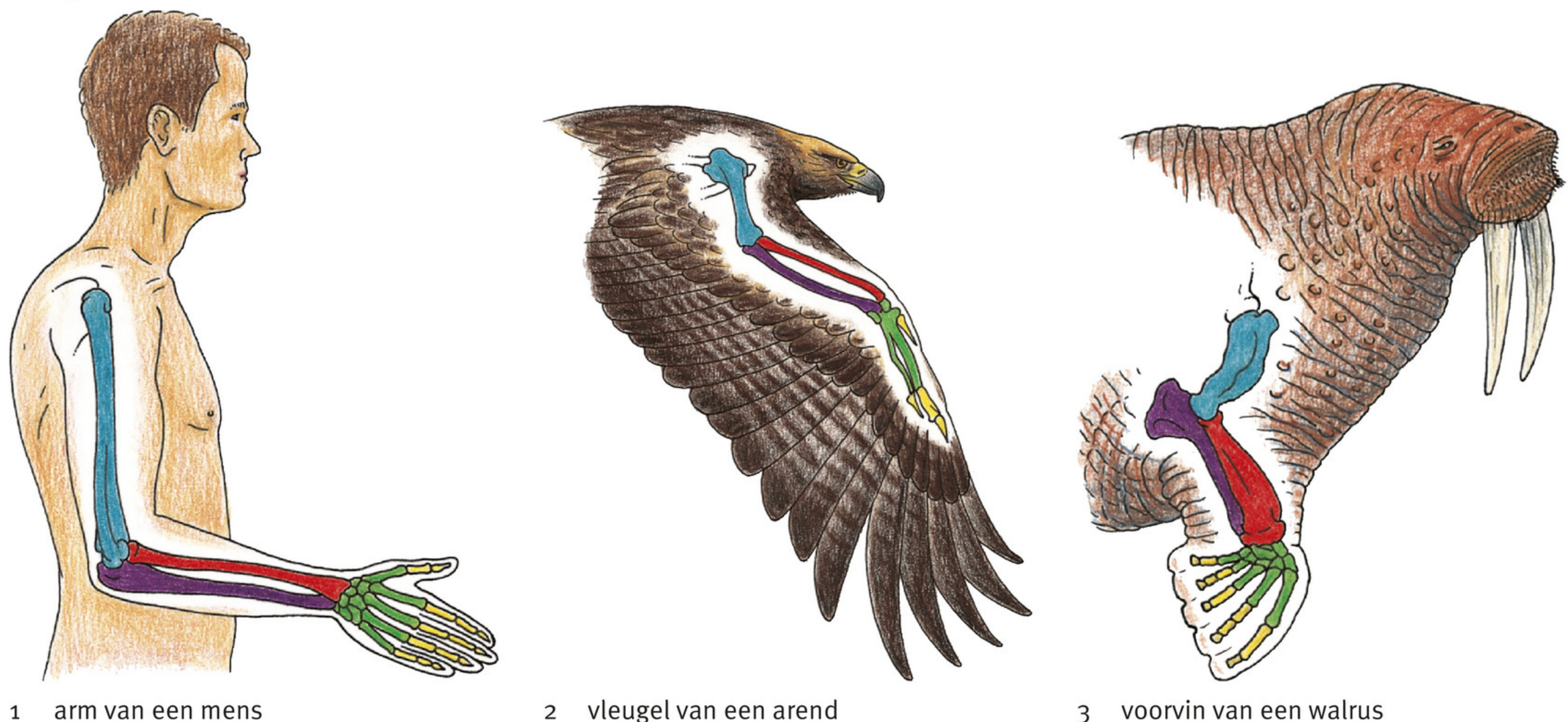
De sauriërs hebben deze klimaatverandering niet overleefd, de zoogdieren en vogels wel. Toen de zwarte wolken verdwenen, konden de zoogdieren en vogels goed tot ontwikkeling komen. Ongeveer 3 miljoen jaar geleden ontstonden de eerste primitieve mensachtigen. De mensensoort die nu leeft (*Homo sapiens*), is 300 000 jaar geleden ontstaan in Afrika.

VERWANTSCHAP VAN SOORTEN

Tijdens de ontwikkeling van het leven op aarde zijn allerlei soorten organismen ontstaan. Soorten die een gemeenschappelijke voorouder hebben, vertonen **verwantschap**. Hoe meer het DNA van soorten overeenkomt, hoe meer deze soorten aan elkaar verwant zijn. Genen bevatten informatie voor het maken van eiwitten. Als het DNA meer overeenkomt, komen ook het fenotype en de eiwitten meer overeen. Dat maakt het aannemelijk dat soorten een gemeenschappelijke voorouder hadden. Hoe meer het DNA, het fenotype en de eiwitten overeenkomen, hoe korter geleden die gemeenschappelijke voorouder leefde.

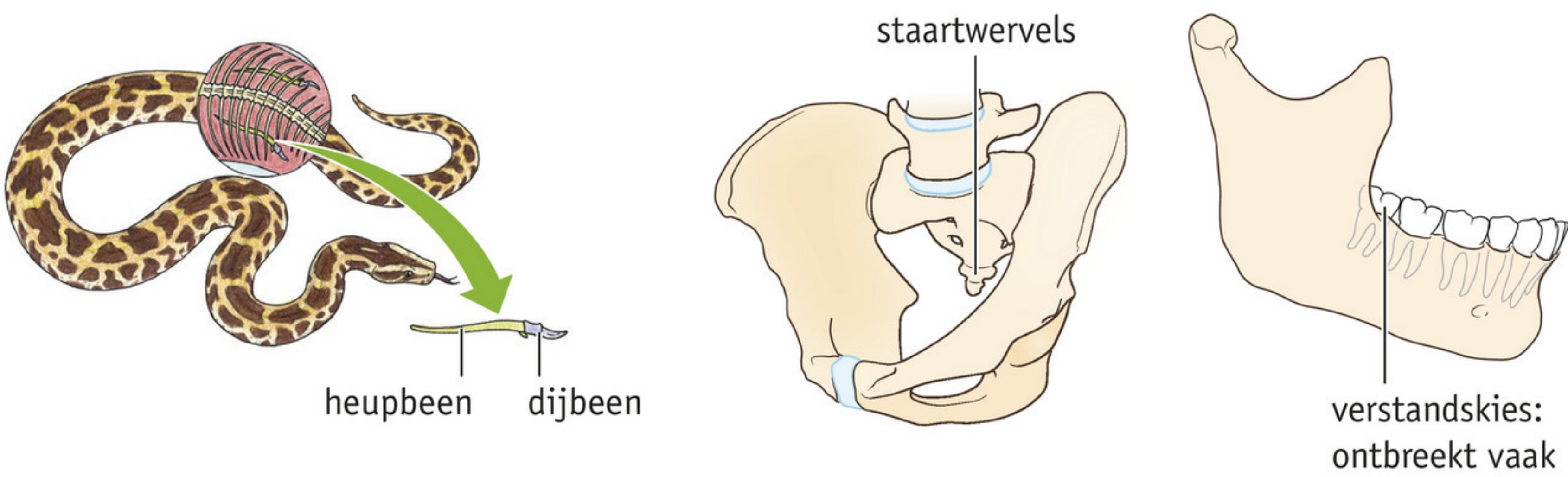
De arm van een mens, de vleugel van een arend en de voorvin van een walrus hebben een verschillende functie. In afbeelding 5 zie je de skeletten van deze organen, met overeenkomstige beenderen in dezelfde kleur. Je ziet dat deze organen een grote overeenkomst in bouw vertonen. Waarschijnlijk zijn deze organen uit dezelfde grondvorm ontstaan. Deze dieren hebben dan ook waarschijnlijk een gemeenschappelijke voorouder. Door aanpassing aan verschillende milieus hebben de organen een verschillende functie gekregen.

Afb. 5 Armskeletten.



Door aanpassingen kunnen organen een deel van hun functie verliezen en niet of nauwelijks tot ontwikkeling komen. Soms zijn nog resten van deze organen terug te vinden in de bouw van een organisme. Je noemt dat **rudimentaire organen** of **rudimenten**. Bij slangen komen bijvoorbeeld rudimentaire poten voor (zie afbeelding 6). Voorbeelden van rudimenten bij de mens zijn de staartwervels en verstandskiezen. Verstandskiezen vergrootten bij onze voorouders de overlevingskans. Een grote kaak en veel kiezen kwamen goed van pas bij moeilijk te verteren en onbewerkt (rauw) voedsel. Onze kaken zijn nu kleiner en verstandskiezen zijn niet meer nodig. Een ander voorbeeld is kippenvel. Mensen krijgen kippenvel als ze het koud hebben. Als we een vacht hadden, zouden onze haren daardoor overeind gaan staan. De vacht zou dan meer warmte vasthouden. Mensen hebben geen vacht meer, onze voorouders hadden die wel.

Afb. 6 Rudimenten.



KENNIS

1

Onderzoekers werken nog steeds aan het verbeteren en aanvullen van de evolutietheorie. Daarom wordt onderzoek gedaan naar verwantschap van soorten die vroeger leefden met soorten die nu voorkomen. DNA-onderzoek is daarbij erg belangrijk. Met moderne technieken kan DNA worden geïsoleerd uit fossiele overblijfselen tot wel 100 000 jaar oud. Je ziet een stukje DNA met basenparen dat afkomstig is uit een fossiel.

T	C	T	A	G	C	G	A	T	T
A	G	A	T	C	G	C	T	A	A

Je ziet hier vier stukjes DNA die afkomstig zijn van hedendaagse soorten.
a Vul de ontbrekende basen in.

Soort 1

T	C	G	A	T	C	G	T	T	T
A	G	C	T	A	G	C	A	A	A

Soort 2

A	C	G	A	A	T	G	G	T	A

Soort 3

A	G	T	A	C	G	G	T	A	T

Soort 4

T	C	C	A	G	C	C	A	T	T

b Welke soort is waarschijnlijk het meest verwant aan het fossiel?

- ☐ A soort 1
- ☐ B soort 2
- ☐ C soort 3
- ☐ D soort 4

2

a Wat zijn fossielen?

b Waarom ontstaan fossielen alleen als de resten van een organisme worden bedekt door sedimenten?

c In afbeelding 7 zie je vier dieren.

Welke twee dieren kunnen na hun dood het best fossiliseren?

- ☐ A kwal
- ☐ B mossel
- ☐ C naaktslak
- ☐ D vlinder

Afb. 7



1 naaktslak



2 mossel



3 vlinder



4 kwal

3

a In afbeelding 8 zie je armskeletten van verschillende dieren. De overeenkomsten tussen deze armskeletten wijzen op een gemeenschappelijke voorouder.

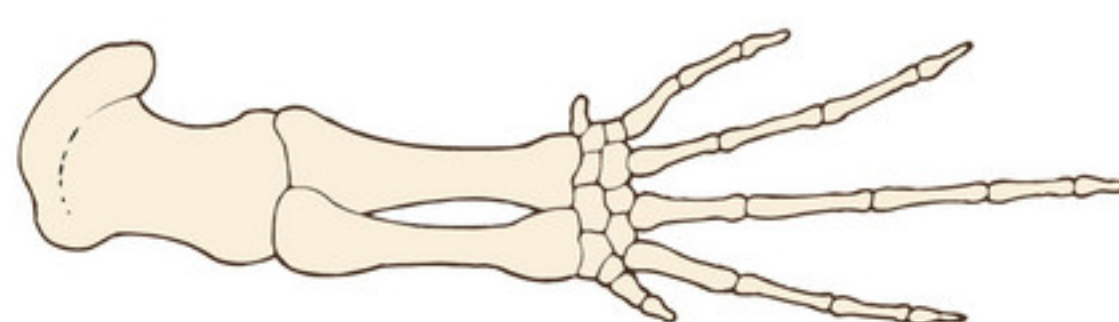
- Geef voor elke afbeelding aan bij welk organisme het armskelet hoort. Gebruik daarbij: *mens* – *mol* – *paard* – *vleermuis* – *walvis*.
- Geef ook aan welke functie het armskelet heeft. Gebruik daarbij: *graaforgaan* – *grijporgaan* – *looporgaan* – *stuurorgaan* – *vliegorgaan*.

b Rudimentaire organen wijzen ook op een gemeenschappelijke voorouder. De wervelkolom van de mens vertoont grote overeenkomsten met de wervelkolom van gewervelde dieren. De onderste ruggenwervels van de mens zijn rudimenten. Welke functie hadden deze wervels bij voorouders van de mens?

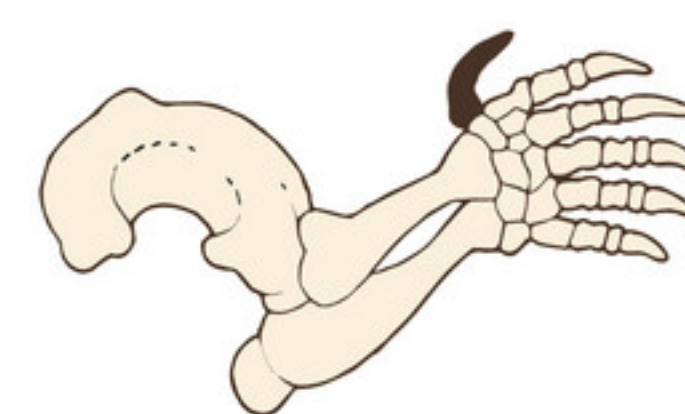
Afb. 8 Armskeletten.



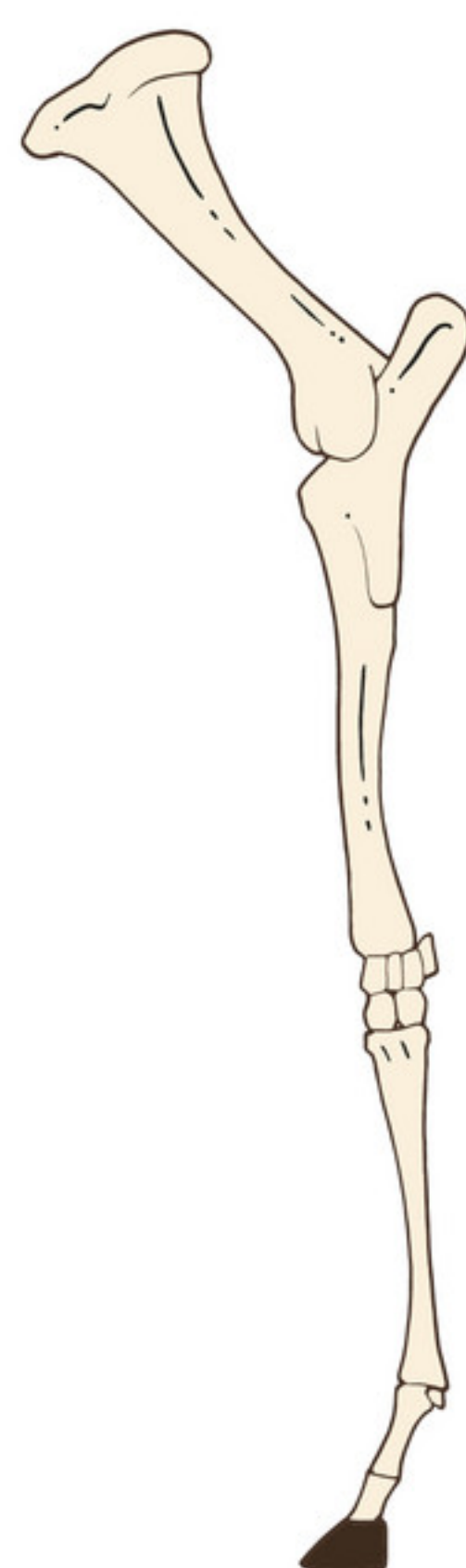
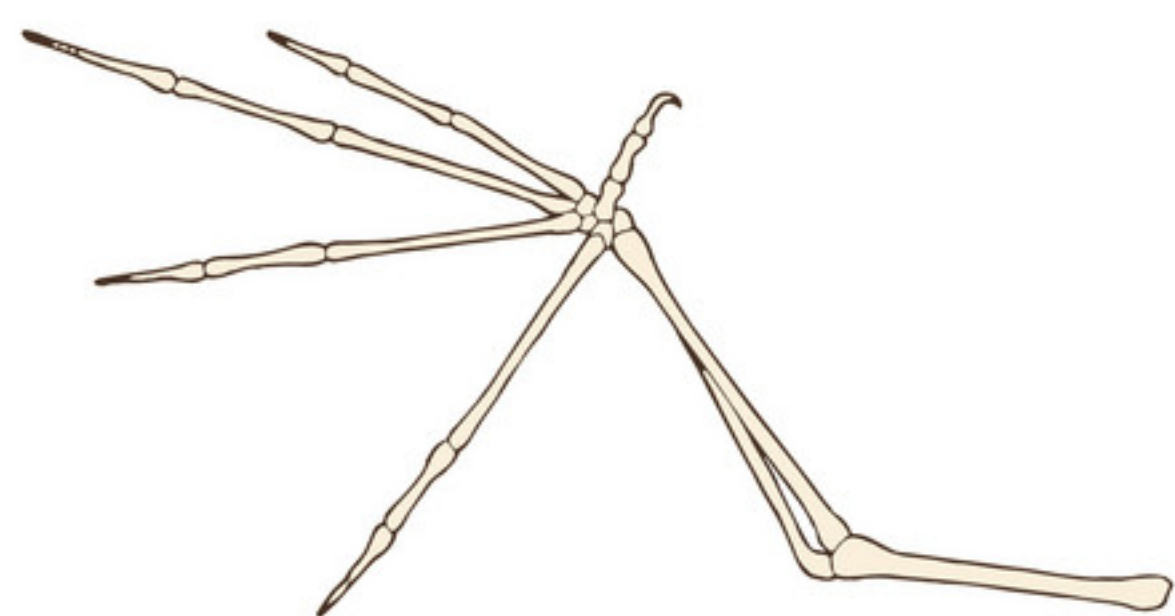
1 armskelet van een
functie:



2 armskelet van een
functie:



3 armskelet van een
functie:



4 armskelet van een 5 armskelet van een
functie: functie:

4



Samenvatting

Leg in je eigen woorden de volgende begrippen uit: fossiel, verwantschap, stamboom en rudimenten.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

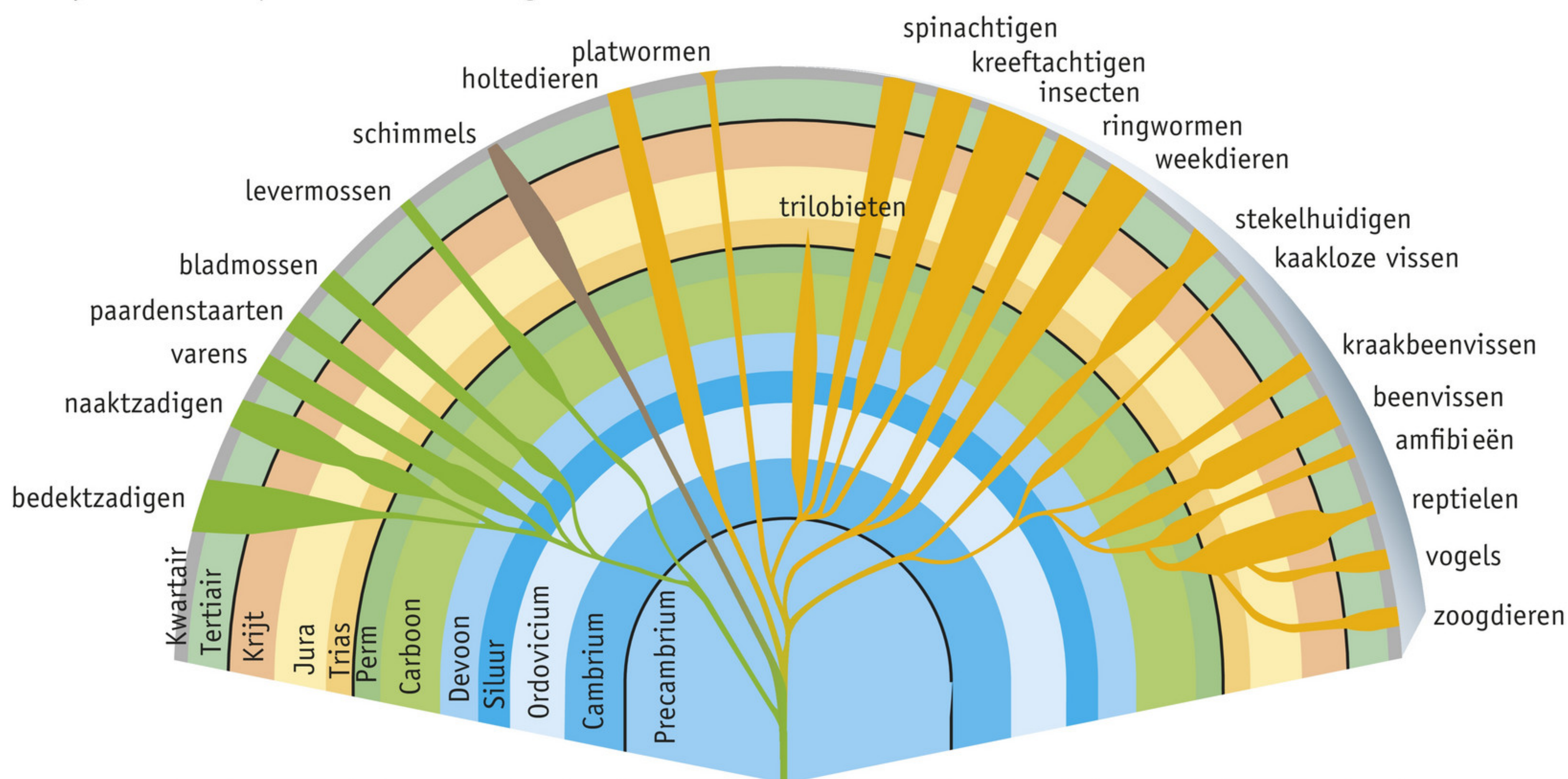
INZICHT

5

In afbeelding 9 is de vermoedelijke afstamming van organismen schematisch weergegeven. Uit deze afbeelding kun je aflezen waaruit groepen organismen zich hebben ontwikkeld. Ook kun je afleiden welke groepen veel en welke weinig verwantschap vertonen. Ten slotte kun je aflezen in welke periode bepaalde groepen een bloeitijd hebben gehad. Deze groepen zijn dan breed weergegeven.

- Welke groep organismen is in zijn geheel uitgestorven?
- Deze groep is uitgestorven in het *Jura* / *Perm* / *Trias*.
- Welke twee groepen zijn uit de reptielen ontstaan?
 - ☐ A amfibieën
 - ☐ B beenvissen
 - ☐ C kraakbeenvissen
 - ☐ D vogels
 - ☐ E zoogdieren
- De varens, paardenstaarten en bladmossen zijn sporenplanten. In welke volgorde zijn deze groepen ontstaan? Geef de oudste groep eerst.

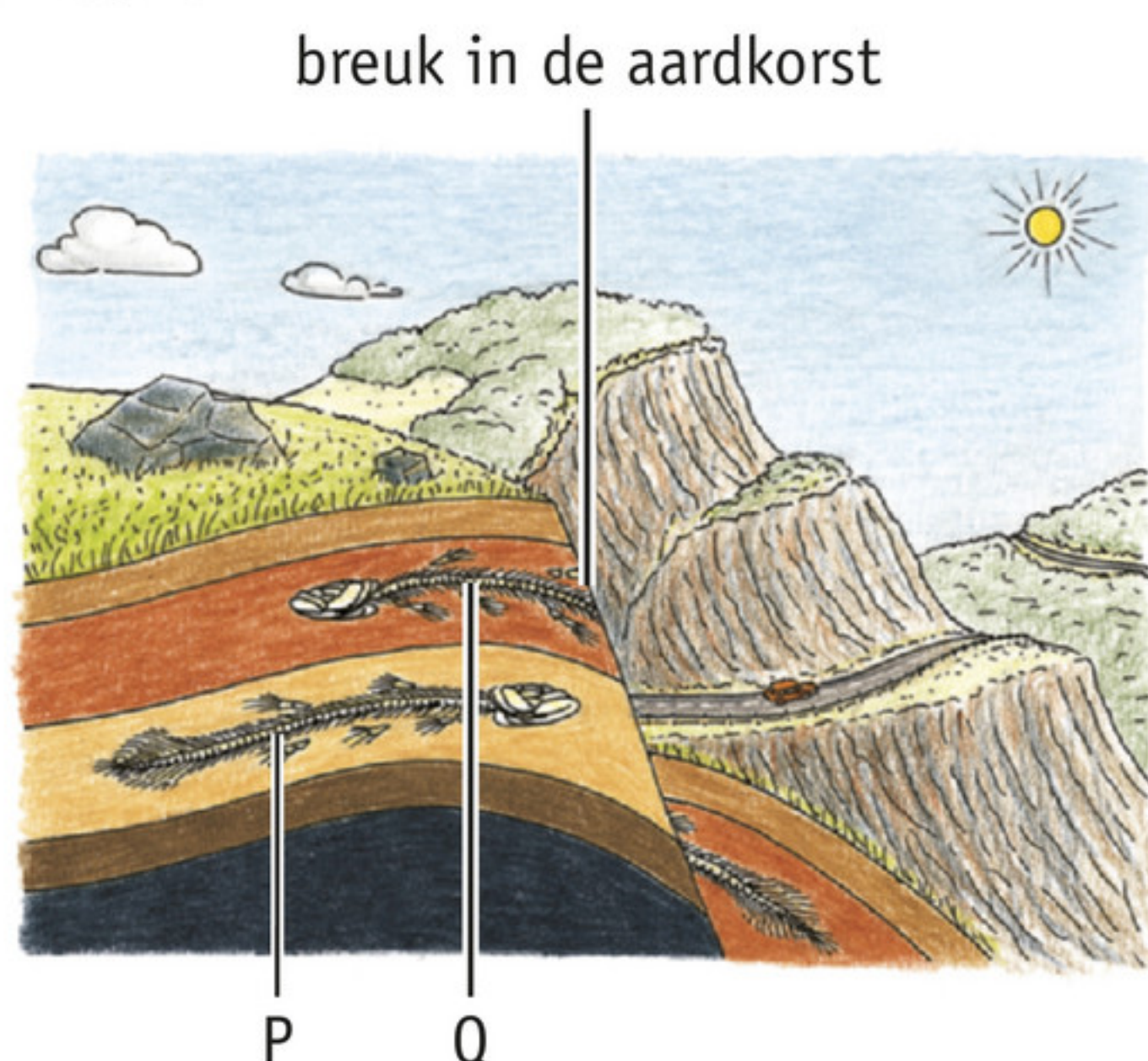
Afb. 9 Vermoedelijke stamboom van organismen.



6

- In afbeelding 10 zijn twee fossielen aangegeven met P en Q. Fossiel Q wordt gemakkelijker gevonden dan fossiel P. Geef hiervoor twee redenen.

Afb. 10

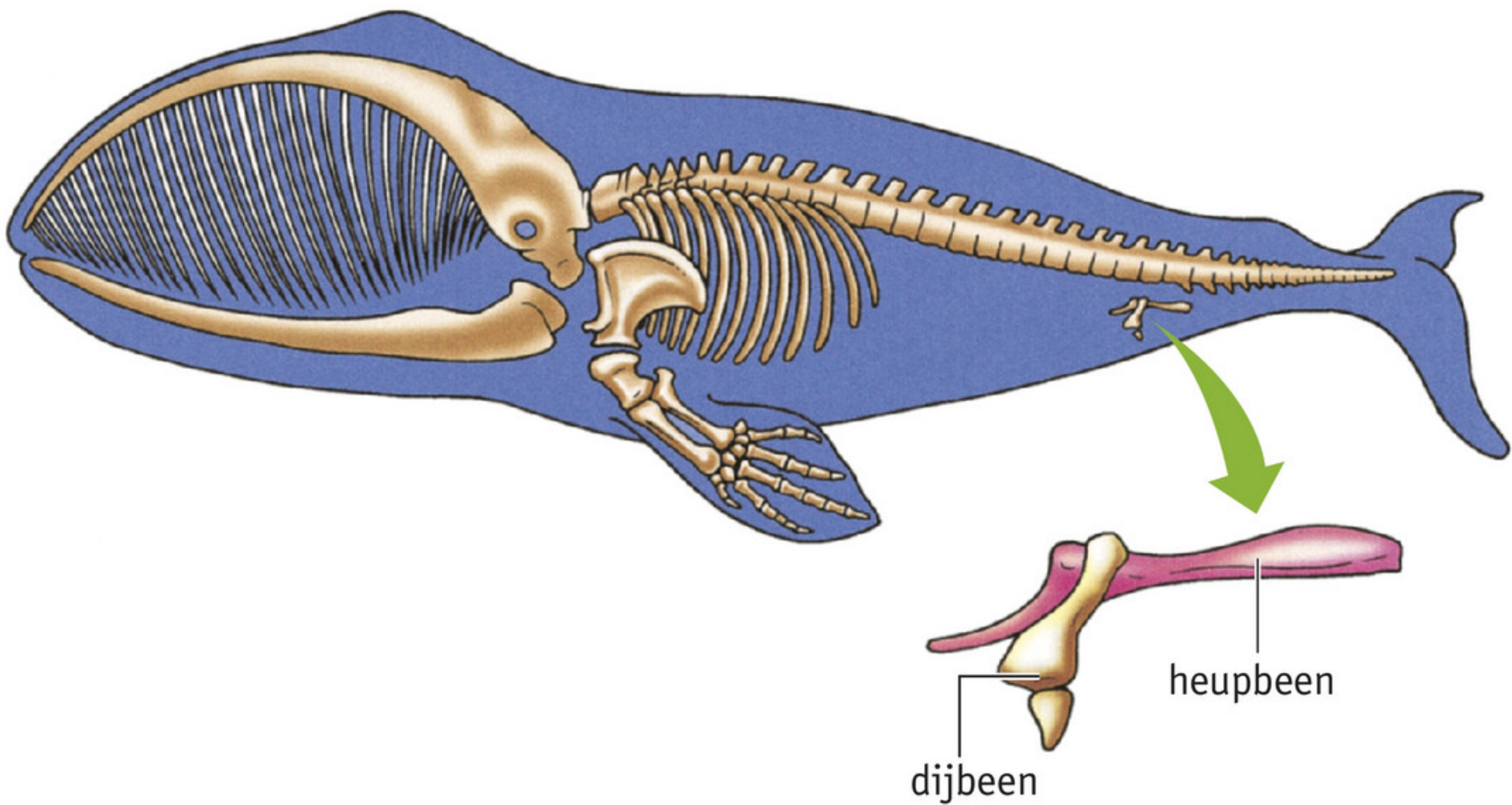


- b** Door diverse oorzaken kan de volgorde van gesteentelagen in de loop der tijd zijn veranderd. Soms kun je de ouderdom van een gesteentelaag vaststellen aan de hand van fossielen die in de laag voorkomen.
- Welk fossiel is het meest geschikt om de ouderdom van een gesteentelaag te bepalen?
- ☐ A Het fossiel van een organisme dat tijdens een korte periode op heel veel plaatsen op aarde voorkwam.
 - ☐ B Het fossiel van een organisme dat tijdens een korte periode op heel weinig plaatsen op aarde voorkwam.
 - ☐ C Het fossiel van een organisme dat tijdens een lange periode op heel veel plaatsen op aarde voorkwam.
 - ☐ D Het fossiel van een organisme dat tijdens een lange periode op heel weinig plaatsen op aarde voorkwam.

7

In afbeelding 11 zie je het geraamte van een walvis. Bij het begin van de staart zie je een heupbeen en een dijbeen. Wetenschappers hebben lang gedacht dat deze botten geen functie meer hadden, maar ze blijken toch onmisbaar: de aanhechtingsspieren van de penis zitten eraan vast. De losse botjes zijn daardoor nodig bij het paren. Zijn het heupbeen en het dijbeen van de walvis rudimenten? Leg je antwoord uit.

Afb. 11 Walvis met heupbeen en dijbeen.



8

Je kunt vaststellen hoe nauw soorten met elkaar verwant zijn door kenmerken te vergelijken. Je moet dan wel naar een groot aantal kenmerken kijken om een betrouwbare uitspraak te kunnen doen.

In tabel 1 zie je voor vier soorten een vergelijking op vijftien kenmerken. Een kenmerk dat aanwezig is, is aangegeven met + en een ontbrekend kenmerk met –.

Tabel 1 Vergelijking van vijftien kenmerken.

Kenmerk	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Soort 1	+	+	+	–	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–
Soort 2	–	+	–	+	+	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–
Soort 3	–	–	–	–	–	–	+	+	+	+	+	–	–	–	–
Soort 4	–	–	–	–	+	–	–	+	–	+	–	–	–	–	–

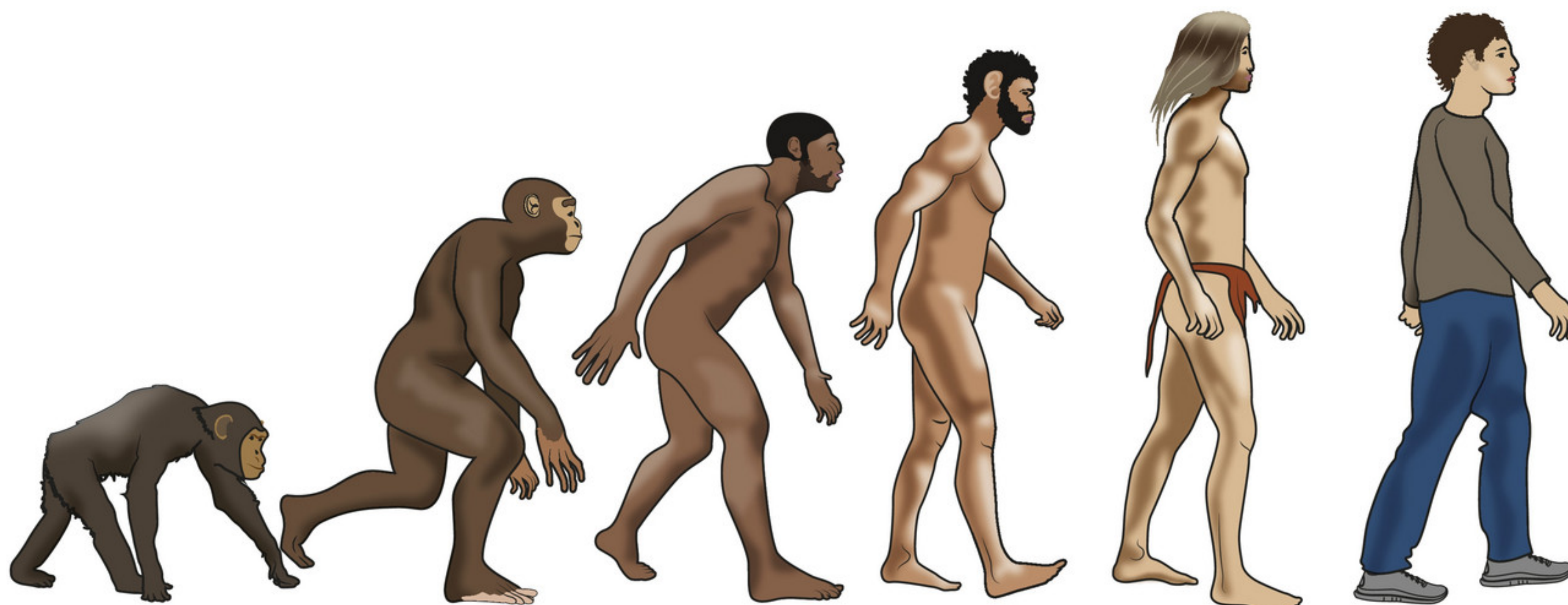
Welke twee soorten zijn het meest verwant aan elkaar?

soort en soort

+ 9

In afbeelding 12 zie je een schematische weergave van de evolutie bij de mens. Homo erectus was een van de voorouders van de moderne mens. Deze voorouder was de eerste mens die rechtop liep. Voorouders van de homo erectus waren viervoeters. Welke eigenschap van de wervelkolom van de mens maakt het gemakkelijker om rechtop te lopen?

Afb. 12



SAMENHANG wetenschap

HOMO FUTURIS

In het verleden heeft de mens zich voortdurend aangepast aan veranderende omstandigheden. Individuen die het best aan de omstandigheden waren aangepast, bleven in leven en hadden de meeste kans om zich voort te planten en kinderen groot te brengen. Die aanpassing aan de omstandigheden gaat nog steeds door. Zo hebben bewoners van hooggebergten een genetische verandering waardoor ze beter kunnen ademen in ijle lucht, en een Aziatisch volk van onderwatervissers, de Bajau, heeft een vergrote milt die zorgt voor meer zuurstof in het bloed. De afwijkende bouw van hun milt is een gevolg van een recente verandering in een gen. Ook in de toekomst zal de evolutie doorgaan. Mensen krijgen misschien een zwakker afweersysteem als gevolg van het gebruik van geneesmiddelen. Dat veel handwerk wordt overgenomen door machines of robots kan gevolgen hebben voor de spierkracht van de mensen in de toekomst. Uiterlijke kenmerken zoals huidskleur kunnen veranderen, doordat mensen uit alle werelddelen zich over de aarde hebben verspreid en relaties met elkaar aangaan. Dankzij gehoorapparaten, brillen en contactlenzen kunnen mensen overleven die dat in de prehistorie misschien niet hadden gekund. Mogelijk gaan onze ogen en oren daardoor achteruit.

Kortom: de evolutie gaat door. Mensen die het best aan de culturele en technologische ontwikkelingen zijn aangepast, zijn daarbij in het voordeel. Kun jij bedenken hoe de mens er over 10 000 jaar uit zal zien?

Afb. 13 Is dit de homo futuris?



10

Lees de tekst 'Homo futuris'.

De voorouders van de moderne mens hadden een andere leefwijze.

- a** Maak een lijst van activiteiten die prehistorische mensen wel, maar moderne mensen niet meer uitvoeren.
- b** Maak een lijst van activiteiten die de moderne mens wel, maar prehistorische mensen niet uitvoerden.
- c** Bedenk welke eigenschappen mensen in de toekomst misschien niet meer nodig hebben, en welke eigenschappen juist belangrijker kunnen worden. Zet ze in de tabel.

Eigenschappen die in de toekomst minder belangrijk zijn	Eigenschappen die in de toekomst belangrijker zijn

- d** Welke organen denk je dat rudimentair zullen zijn bij de homo futuris?
- e** Aan welke kenmerken zou je nog kunnen zien dat de homo futuris afstamt van de moderne mens?
- f** Maak een tekening van jouw homo futuris.

6 DNA-technieken

LEERDOEL

5.6.12 Je kunt enkele DNA-technieken in de biotechnologie beschrijven. ► Leren onderzoeken 1

TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	5.6.12
Onthouden	1
Begrijpen	2, 3, 4
Toepassen	5, 6ac, 7, 8, 9
Analyseren	6b

Mensen gebruiken organismen om producten te vervaardigen. Dankzij allerlei nieuwe DNA-technieken is de biotechnologie sterk in ontwikkeling.

Biotechnologie is de verzamelnaam voor technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten te maken voor de mens. Eenvoudige voorbeelden zijn gisten om brood te laten rijzen en bacteriën om yoghurt te maken. De gebruikte organismen zijn uit zichzelf in staat om de gewenste stoffen te produceren. Het DNA van de organismen hoeft hiervoor niet te worden veranderd.

Bij nieuwere vormen van biotechnologie wordt het DNA van organismen wel veranderd. Er zijn verschillende technieken om nieuwe erfelijke informatie aan te brengen in het DNA van een organisme. Een verzamelnaam voor deze technieken is **recombinant-DNA-technieken**. Het nieuwe DNA kan afkomstig zijn van een ander soort organisme.

Een voorbeeld is de productie van insuline. Een diabetespatiënt moet bij zichzelf elke dag een hoeveelheid insuline inspuiten. Vroeger werd insuline uit de alvleesklier van geslachte varkens gehaald. Dat was duur en tijdrovend. Gezonde mensen hebben een gen dat de informatie bevat voor de productie van insuline. Bacteriën hebben dit gen niet. DNA van dit gen is weggehaald uit cellen van de mens en ingebracht bij bacteriën. Daardoor kunnen deze bacteriën insuline produceren. Nu is insuline zuiver en goedkoop.

Het aanbrengen van gewenste erfelijke eigenschappen bij organismen heet **genetische modificatie**. Een genetisch gemodificeerd organisme wordt **transgeen** genoemd. Voor genetische modificatie worden vaak micro-organismen gebruikt, maar soms ook planten of dieren. In de gezondheidszorg, de landbouw, de industrie en het milieu worden genetisch gemodificeerde organismen gebruikt.

In afbeelding 1 staan enkele toepassingen van genetische modificatie.

Afb. 1 Genetische modificatie.**Appelbomen zonder schurft**

Onderzoekers van Wageningen University hebben een gen uit gerst ingebracht in het genotype van appelbomen. Het gen uit gerst bevat de informatie voor de productie van een stof die bescherming biedt tegen schimmels. De genetisch gemodificeerde appelbomen zijn nu veel beter bestand tegen aantasting door de schimmelziekte schurft en er zijn minder bestrijdingsmiddelen nodig.

**Stonewashed spijkerbroeken**

Om spijkerbroeken een stonewashed uiterlijk te geven, werden ze vroeger in een grote wasmachine gewassen met puimsteen. Dat kostte veel energie en het was tijdrovend. Nu gaat het een stuk goedkoper en sneller door behandeling met het enzym cellulase, geproduceerd door genetisch gemodificeerde bacteriën.

**Aardappels zonder ziekte**

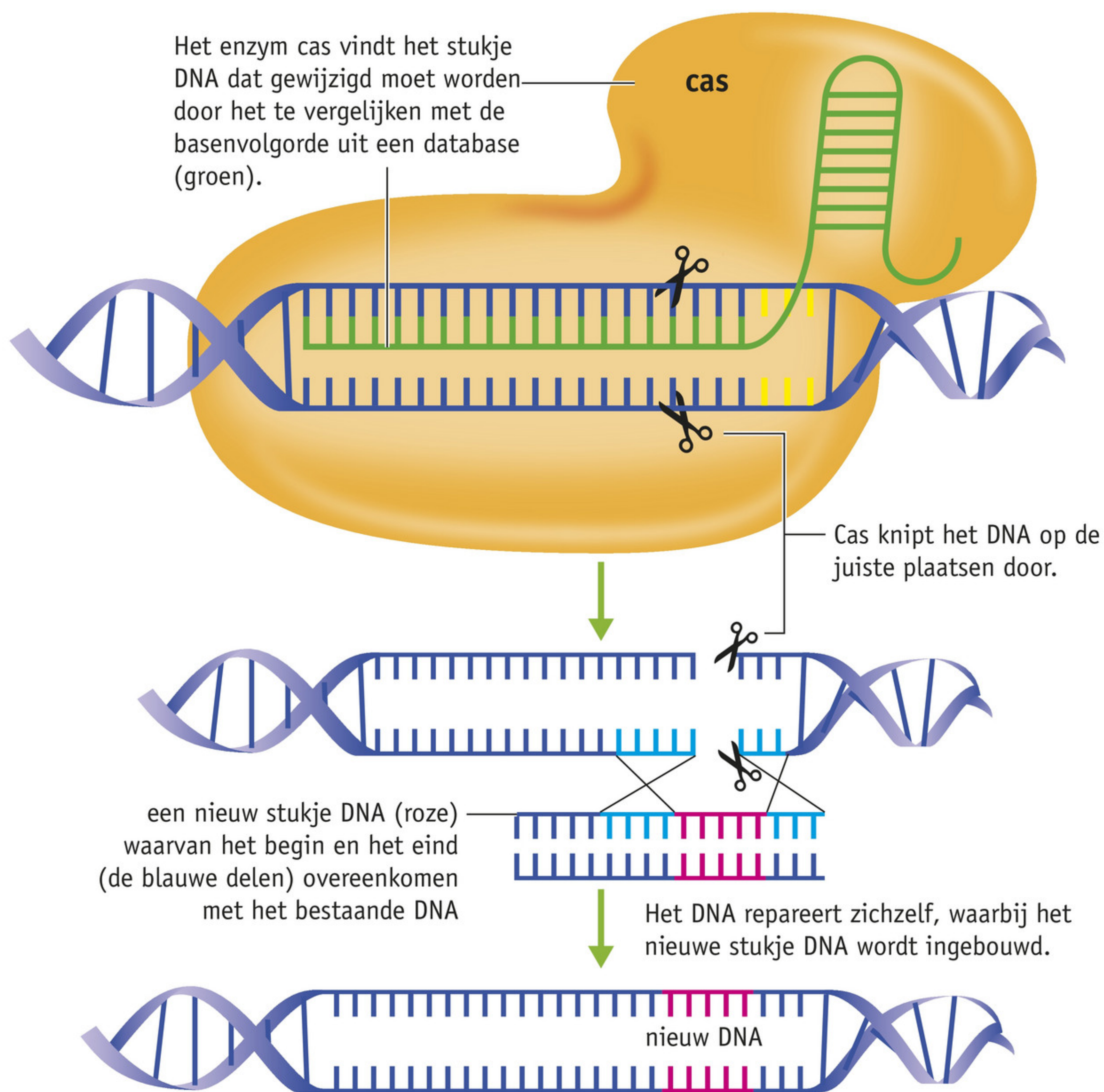
De parasiet *Phytophthora infestans* veroorzaakt bij aardappels (en tomaten) de aardappelziekte. De infectie kan zich onder gunstige omstandigheden binnen enkele dagen verspreiden. De oogst gaat dan verloren. Bij aardappelplanten zijn genen van bijen en motten ingebracht, waardoor de gewassen beschermd zijn tegen de aardappelziekte.

**Gouden rijst**

Gouden rijst is een rijstras waarin een gen van maïs is ingebouwd. Daardoor wordt in de rijstkorrel de stof bètacaroteen aangemaakt. Bètacaroteen kan in het lichaam worden omgezet in vitamine A. Gouden rijst is ontwikkeld om kinderen met een vitamine A-tekort te helpen. Een tekort aan deze vitamine kan blindheid veroorzaken. Bètacaroteen kleurt de rijst geel (vandaar de naam 'gouden rijst').

**CRISPR-CAS**

Waarschijnlijk wordt het gebruik van genen van andere soorten op korte termijn grotendeels vervangen door een nieuwe techniek: **crispr-cas**. Bij crispr-cas worden gericht wijzigingen aangebracht in bestaande genen van een organisme. Dit wordt **gene editing** (gen-aanpassing) genoemd. Je kunt de techniek vergelijken met het aanpassen ('editing') van tekst. Door enkele letters te veranderen of een woord weg te laten, ontstaat een woord of zin met een nieuwe betekenis.

Afb. 2 Genen aanpassen met crispr-cas.

Crispr-cas is een mechanisme dat bacteriën gebruiken om zich te verdedigen tegen virussen. Als een bacterie een aanval van een virus overleeft, slaat zij het virus-DNA op in een soort 'database' in haar cel. Het enzym cas controleert de bacterie voortdurend op de aanwezigheid van virus-DNA door het te vergelijken met het DNA in de database. Zodra het enzym virus-DNA vindt, knipt hij het kapot.

Wetenschappers gebruiken dit mechanisme nu om genen in organismen te wijzigen. Cas wordt ingebracht om het stukje DNA te vinden dat moet worden gewijzigd. Het enzym knipt dit stukje DNA eruit. Daarna kunnen de uiteinden aan elkaar worden gemaakt, of er kan een nieuw stukje DNA worden ingebouwd. Zo kan een gen worden uitgeschakeld of vervangen. In afbeelding 2 is deze techniek schematisch weergegeven.

In de gezondheidszorg wordt crispr-cas ingezet voor gentherapie. **Gentherapie** is het gebruik van gene-editingstechnieken om kapotte genen te repareren. In afbeelding 3 staan nog enkele toepassingen van gene editing.

Afb. 3 Gene editing.**Chocolade**

Wetenschappers werken aan een oplossing om het immuunsysteem van de cacao plant te versterken. Hierdoor wordt de plant bestand tegen een virus dat massaal toeslaat bij West-Afrikaanse gewassen.

Bananen

Wetenschappers proberen verschillende wijzigingen in genen uit om bananen te krijgen die beter tegen een bepaalde schimmel kunnen.

Koffie

Wetenschappers hebben genen van een koffieplant aangepast zodat de bonen geen cafeïne meer bevatten. Dit is goedkoper en beter voor de smaak dan wanneer de cafeïne er in de fabriek uit wordt gehaald.

Rijst

Wetenschappers hebben een rijstras ontwikkeld dat 25 tot 30% meer rijstkorrels produceert, terwijl de plant nog net zo goed tegen hitte en droogte kan.

Tomaten

Genetici hebben dertien smaakstoffen gevonden in een oud tomatenras. Ze gaan de smaakstoffen misschien aan moderne rassen toevoegen om tomaten meer smaak te geven.

Maïs

Wetenschappers hebben een gen ontdekt bij een inheemse maïssoort. Het gen zorgt ervoor dat er onder droge omstandigheden meer maïskorrels worden gevormd. De wetenschappers willen het gen ook bij moderne rassen gaan toevoegen.

Paddenstoelen

Op de Pennsylvania State University ontdekten wetenschappers dat de ongewenste bruine plekken op paddenstoelen het resultaat zijn van een gen. Door dit gen aan te passen, kunnen paddenstoelen langer worden bewaard en blijven ze er mooier uitzien.

Tarwe

Wetenschappers in Spanje en Amerika zijn een tarweras zó aan het aanpassen dat de tarwekorrels veel minder gluten bevatten. Dit is goed nieuws voor mensen die niet tegen gluten kunnen.

DISCUSSIE

De meeste toepassingsmogelijkheden van genetische modificatie liggen in de voedselproductie (zie afbeelding 4). Er zijn voor- en tegenstanders van genetische modificatie. In tabel 1 staan enkele argumenten.

Afb. 4 Slaolie met genetisch gemodificeerde soja.

Tabel 1 Argumenten voor en tegen genetische modificatie.

Voor	Tegen
De voedselopbrengst wordt hoger. Dat is nodig om de groeiende wereldbevolking van voedsel te voorzien.	De mens heeft niet het recht de erfelijke eigenschappen van organismen naar eigen inzicht te veranderen.
Sommige gewassen worden bestand gemaakt tegen ziekten, waardoor minder chemische bestrijdingsmiddelen nodig zijn.	Sommige gewassen worden bestand gemaakt tegen chemische bestrijdingsmiddelen, waardoor meer van die middelen kunnen worden gebruikt.
Mensen ‘verbeteren’ planten en dieren al door ze te kruisen en veredelen (selecteren op gunstige eigenschappen). Genetische modificatie doet hetzelfde, maar is sneller.	Door genetische modificatie kunnen naar willekeur allerlei nieuwe soorten organismen worden ‘gemaakt’.
Met behulp van genetische modificatie kunnen medicijnen beter, sneller en goedkoper worden geproduceerd.	De variatie binnen een soort kan afnemen doordat boeren alleen nog enkele genetisch gemodificeerde rassen gebruiken.
Groente en fruit kunnen gezonder worden gemaakt (meer voedingsstoffen) en een betere smaak krijgen.	Genetisch gemodificeerde organismen kunnen in de natuur terechtkomen en zich verspreiden. We weten niet wat de gevolgen daarvan kunnen zijn.

GENOMICS

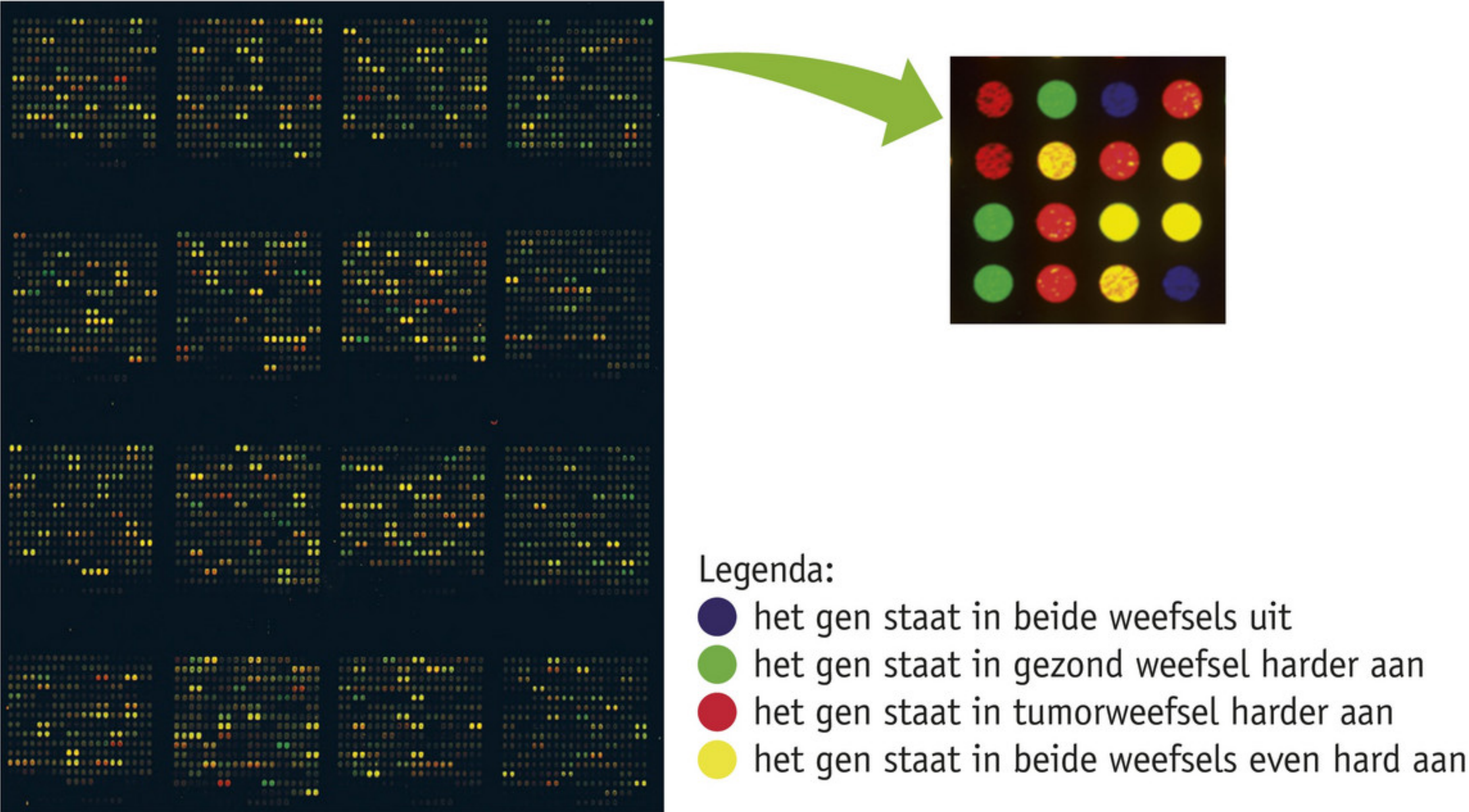
Genomics (Nederlands: genomica) is de studie van het gehele DNA van een organisme met alle genen die daarop liggen. Genomics wordt bijvoorbeeld gebruikt in kankeronderzoek. Onderzoekers bestuderen bij kankeronderzoek de activiteit van veel genen tegelijkertijd. Ze vergelijken dan de activiteit van genen in gezond weefsel en tumorweefsel met elkaar. Met een speciale techniek is zichtbaar welke genen aan of uit staan in tumorweefsel en gezond weefsel (zie afbeelding 5).

Met genomics kunnen ziekten veel gemakkelijker worden opgespoord. Een arts hoeft een patiënt niet te testen op ziekte 1, ziekte 2, ziekte 3, enzovoort om erachter te komen wat er aan de hand is, maar kan het DNA vergelijken met dat van gezonde personen. Dan ziet hij snel waar afwijkingen zitten.

Genomics wordt ook gebruikt om behandelingen en medicatie op maat te maken voor een patiënt.

In de veeteelt wordt met behulp van genomics geselecteerd op gunstige genotypen van fokstieren.

Afb. 5 Genomics bij kankeronderzoek.



DNA-TESTS

DNA-tests zijn goedkoop, snel en nauwkeurig. Daardoor worden DNA-tests nu bijvoorbeeld gebruikt bij de misdaadbestrijding. Ieder mens heeft zijn eigen, unieke DNA. Als op de plaats van een misdrijf huidschilfers, haren, sperma of bloedsporen worden aangetroffen, kan het DNA uit de cellen hiervan worden onderzocht en vergeleken met het DNA van verdachte personen. Op deze manier kan uit een groep verdachten de werkelijke dader worden ontmaskerd.

DNA-tests kunnen ook op veel andere gebieden worden ingezet, bijvoorbeeld om fraude met vlees op te sporen. Met DNA-tests is aan te tonen van welk dier het vlees afkomstig is. Zo is een handelaar betrapt die (goedkoper) paardenvlees verkocht als (duurder) koeienvlees.

Met DNA-tests kunnen bovendien erfelijke ziekten worden opgespoord. Verder kan door DNA-tests evolutionaire verwantschap tussen soorten worden aangetoond of een nieuwe soort worden ontdekt. Met DNA-verwantschapsonderzoek kan worden onderzocht of een man de biologische vader is van een bepaald kind.

eDNA

Een veelbelovende techniek is het analyseren van **eDNA** (environmental DNA). eDNA is DNA dat in een bepaalde omgeving wordt verzameld, bijvoorbeeld uit een liter zeewater of uit een schep sneeuw. Alle organismen laten namelijk unieke DNA-sporen achter door te poepen, slijm af te scheiden, dode huidcellen te verliezen, enzovoort. Met eDNA kunnen wetenschappers erachter komen welke soorten er in het gebied voorkomen zonder de organismen zelf te hoeven vangen. Ze vergelijken het gevonden eDNA met stukjes DNA in een database. Daarin is het DNA van bekende soorten opgeslagen. Is er een match, dan is die soort waarschijnlijk in het gebied geweest.

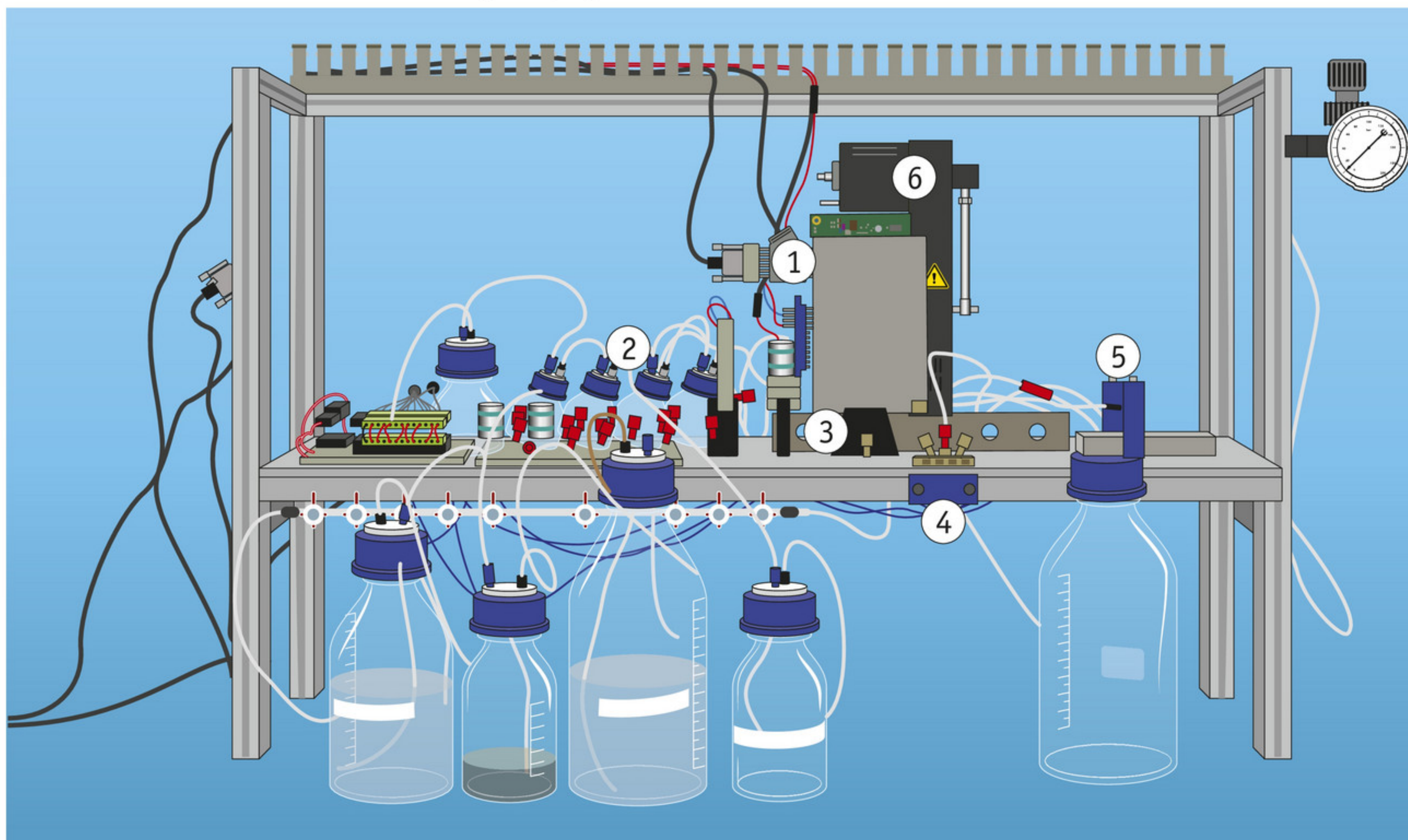
SYNTHETISCHE BIOLOGIE

De **synthetische biologie** is een vakgebied waarin biologisch materiaal kunstmatig wordt nageemaakt. Ook DNA kan worden nageemaakt. Zo hebben wetenschappers al het volledige DNA van een bacterie vervangen door kunstmatig gemaakt DNA. De overige organellen en celstructuren van de bacterie bleven onveranderd. De bacteriën bleven in leven en planten zich langzaam voort. Wel hebben ze een afwijkende vorm. Synthetisch biologen hopen dat ze in de toekomst DNA kunnen ontwerpen voor micro-organismen die afvalstoffen kunnen opruimen of biobrandstoffen kunnen produceren.

Nog een toepassing van kunstmatig DNA is de opslag van informatie. Handmatig informatie vastleggen in DNA is al een tijdje mogelijk, maar in 2019 gebeurde dit voor het eerst volledig automatisch. Microsoft bouwde een geautomatiseerd systeem dat het woord 'HELLO' (vijf bytes) heeft opgeslagen in DNA (zie afbeelding 6). Dit duurde zo'n 21 uur.

In de toekomst is synthetisch DNA misschien wel dé manier om veel meer gegevens op te slaan op veel minder ruimte dan nu met de beste computertechnieken mogelijk is. Alle computerdata van de hele wereld zouden passen op één kilogram DNA.

Afb. 6 Geautomatiseerde dataopslag op DNA.



- 1 Computers vertalen het woord HELLO van bytes naar A,C,T,G.
- 2 Een DNA-maakmodule zet het molecuul in elkaar.
- 3 Het gemaakte DNA zit in een fles.
- 4 Een apparaatje maakt het DNA klaar voor analyse.
- 5 Een module leest de volgorde van de basen af.
- 6 Een computer vertaalt de code naar het woord HELLO.

KENNIS

1

Kies het juiste begrip bij elke omschrijving.

- | | | | | |
|---|--|-----------------------|---|----------------------------|
| A | aanbrengen van veranderingen in het genotype van organismen | ☐ | 1 | biotechnologie |
| B | technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten voor de mens te maken | ☐ | 2 | genetische modificatie |
| C | verzamelnaam voor alle technieken waarmee het DNA van organismen wordt veranderd | ☐ | 3 | recombinant-DNA-technieken |

2

Hier staan argumenten die worden gebruikt in discussies over genetische modificatie. Geef bij elk argument aan of het hoort bij een voorstander of bij een tegenstander van genetische modificatie.

- De behandeling van sommige ziekten kan beter en goedkoper. *voorstander / tegenstander*
- De kwaliteit van het voedsel kan worden verbeterd. *voorstander / tegenstander*
- Door het veranderen van dieren kan het welzijn van de dieren worden aangetast. *voorstander / tegenstander*
- Er kunnen gewassen worden ontwikkeld die beter bestand zijn tegen veranderingen in het klimaat. *voorstander / tegenstander*
- Genetisch gemodificeerde organismen kunnen in de natuur terechtkomen en daar schade veroorzaken. *voorstander / tegenstander*
- Het telen van genetisch gemodificeerde gewassen kost minder arbeid. Daardoor verliezen mensen hun werk. *voorstander / tegenstander*

3

Een stier heeft meerdere kalveren verwekt die zich hebben ontwikkeld tot uitstekende melkkoeien. Deze koeien geven meer melk dan gemiddeld. De fokker wil nagaan welke mannelijke nakomelingen in de toekomst deze eigenschap kunnen doorgeven. Deze mannelijke kalveren kunnen dan voor veel geld worden verkocht. Door middel van genomics wordt bepaald welk mannelijk kalf het meest geschikt is als fokstier. De DNA-volgorde voor deze eigenschap is hierna sterk vereenvoudigd weergegeven (in werkelijkheid zijn voor elke eigenschap duizenden basenparen nodig!).

DNA fokstier

A	T	T	C	G	G	T	A	A	C	T	G	T	A
T	A	A	G	C	C	A	T	T	G	A	C	A	T

DNA kalf 1

A	T	T	C	G	G	T	A	A	T	C	C	T	A
T	A	A	G	C	C	A	T	T	A	G	G	A	T

DNA kalf 2

A	T	T	C	G	G	T	A	A	C	T	C	T	A
T	A	A	G	C	C	A	T	T	G	A	G	A	T

DNA kalf 3

A	T	T	C	G	G	T	A	A	C	T	G	T	A
T	A	A	G	C	C	A	T	T	G	A	C	A	T

DNA kalf 4

A	T	A	C	G	G	T	T	A	C	T	G	C	A
T	A	T	G	C	C	A	A	T	G	A	C	G	T

- a Welk kalf is het meest geschikt als fokstier?
- ☐ A kalf 1
 - ☐ B kalf 2
 - ☐ C kalf 3
 - ☐ D kalf 4
- b Is het kalf dat door middel van genomics wordt geselecteerd een transgeen dier? Leg je antwoord uit.

4



Samenvatting

Hier staat een lijst met begrippen. Schrijf op wat je over elk begrip moet weten.

- Biotechnologie

.....

.....

.....

.....

- Genetische modificatie
.....
.....
.....
.....
- Recombinant-DNA-technieken
.....
.....
.....
.....
- Crispr-cas
.....
.....
.....
.....
- DNA-test
.....
.....
.....
.....
- Genomics
.....
.....
.....
.....
- eDNA
.....
.....
.....
.....
- Synthetische biologie
.....
.....
.....
.....

INZICHT

5

Met crispr-cas kunnen de eigenschappen van een organisme worden veranderd. Bij gemodificeerde bacteriën is de kans dat hun nakomelingen ook die veranderde eigenschappen krijgen groter dan bij mensen. Leg uit waarom.

6

Malaria is een ziekte die wordt overgedragen door muggen. Wetenschappers in Californië hebben een muggensoort gekweekt met een speciaal gen. Dit gen zorgt ervoor dat de muggen de mens niet meer kunnen besmetten met malaria. Het gen is in het DNA gebracht met de crispr-cas-methode. Natuurlijk kunnen niet alle muggen op deze manier een nieuw gen krijgen.

- a** Leg uit hoe een klein aantal gemodificeerde muggen toch kan bijdragen aan de bestrijding van malaria.
- b** In de natuur speelt natuurlijke selectie een belangrijke rol bij de aanpassing van een soort.
Leg uit dat het uitzetten van genetisch gemodificeerde muggen niet voldoende is bij de bestrijding van malaria.
- c** Geef een argument voor en een argument tegen deze manier om malaria te bestrijden.

7

Hemofilie is een erfelijke aandoening waarbij het bloed niet goed stolt. Bij hemofilie kunnen de levercellen bepaalde eiwitten niet aanmaken. Dat komt door een foutje in het DNA.

Onderzoekers denken dat ze mensen met hemofilie kunnen helpen met gentherapie. In het laboratorium wordt het juiste stukje DNA ingebracht in een virus. Het virus wordt via een infuus toegediend in de arm. Het virus brengt het stukje DNA naar de levercellen. Daarna werken de levercellen weer goed.

- a** Met deze behandeling krijgen alleen de levercellen het juiste stukje DNA.
Leg uit waarom het DNA in de andere lichaamscellen niet hoeft te worden gerepareerd.
- b** Leg uit waarom de onderzoekers een virus gebruiken dat zich niet kan vermenigvuldigen.
- c** De onderzoekers verwachten dat deze behandeling na enkele jaren weer moet worden herhaald.
Leg uit waarom herhaling van de behandeling nodig is.
- d** Hemofilie is een erfelijke ziekte.
Leg uit of de behandeling kan voorkomen dat iemand met hemofilie de ziekte doorgeeft aan het nageslacht.

8

Schrijf een betoog voor een webforum over genetische modificatie. Gebruik daarbij de aanwijzingen in afbeelding 7.

Leg in je betoog uit of je het eens of oneens bent met de volgende stelling: 'Genetische modificatie is noodzakelijk voor de toekomst van de mens.'

Afb. 7

Een betoog schrijven

- 1 Verzamel argumenten voor en tegen een stelling.
- 2 Bepaal je eigen mening over de stelling (ben je voor of tegen de stelling?). Probeer anderen te overtuigen van je mening in een betoog. In dit betoog geef je drie argumenten die je mening onderbouwen.
- 3 Schrijf je betoog in drie delen: de inleiding, de kern en het slot.
- 4 De inleiding omvat ongeveer drie tot vier regels. Hierin schrijf je waarover je betoog gaat. Als laatste vermeld je in de inleiding de stelling die je gaat verdedigen.
- 5 De kern bestaat uit ongeveer twaalf tot achttien regels. Hierin geef je de drie argumenten waarmee je anderen gaat overtuigen van jouw mening. Bij elk argument begin je op een nieuwe regel. Elk argument dat je geeft, begin je met 'Ten eerste', 'Ten tweede' of 'Ten derde'.
In het laatste stuk van de kern noteer je een tegenargument dat tegen jouw argumenten ingaat. Je legt uit waarom dit tegenargument niet opweegt tegen alle argumenten die jouw standpunt onderbouwen. Dit laatste stuk van de kern begin je met 'Ten slotte'.
- 6 Het slot omvat ongeveer drie tot vier regels. Begin de eerste zin onder het kopje Slot met 'Kortom', geef dan nogmaals kort je mening met de drie argumenten.

SAMENHANG beroep

FORENSISCH ONDERZOEKER

Stel dat bij een vechtpartij een 15-jarige jongen is neergestoken met een mes. Op de plaats van de steekpartij vindt de politie een haar. In de struiken vindt de politie een mes met een bebloed handvat. De haar en het mes worden met een pincet in een speciaal zakje gestopt. Deze bewijsstukken stuurt de politie naar het NFI, het Nederlands Forensisch Instituut. Daar worden ze onderzocht door Emma, een van de forensisch onderzoekers die op het laboratorium werken. Emma heeft zich gespecialiseerd in DNA-onderzoek en zal het mes en de haar onderzoeken. De informatie die uit dit onderzoek komt, geeft ze door aan de politie. De politie gebruikt die gegevens om te bepalen of iemand een verdachte is of niet. De informatie moet dus heel betrouwbaar zijn. Daarom werkt Emma altijd samen met een collega die kijkt of haar conclusies juist zijn. Veel medewerkers van het instituut hebben een hbo- of universitaire opleiding, bijvoorbeeld in vakken als biologie, scheikunde, wiskunde en geneeskunde. Emma heeft aan een hogeschool een forensisch-onderzoekopleiding gevolgd. Forensisch onderzoeker, iets voor jou?

Afb. 8 Bewijs verzamelen op een plaats delict.



9

Lees de tekst ‘Forensisch onderzoeker’.

a Leg uit waarom het onderzoek van eDNA belangrijk is bij het oplossen van een misdrijf.

b Het NFI heeft een DNA-databank. Hierin is DNA opgeslagen van mensen die een celstraf van minstens vier jaar hebben gekregen.

Wanneer op de plaats van het misdrijf DNA wordt gevonden dat niet in deze databank voorkomt, kan een verdachte niet altijd worden opgespoord. Soms wordt dan een DNA-verwantschapsonderzoek gehouden. Mensen uit de omgeving van de plaats van het misdrijf staan daarbij DNA af. Dat wordt vergeleken met het DNA-spoor.

Hier staan enkele DNA-volgorden. De eerste DNA-volgorde is afkomstig uit een DNA-spoor. De andere hebben dezelfde DNA-volgorde van vier mensen uit de omgeving van de verdachte.

DNA-spoor

T	C	G	A	A	T	C	T	G	A	C	T	G	G	T	A	A	C	T	G
A	G	C	T	T	A	G	A	C	T	G	A	C	C	A	T	T	G	A	C

Ahmed

A	C	C	A	T	C	C	T	C	A	C	A	G	A	T	T	A	C	T	G
T	G	G	T	A	G	G	A	G	T	G	T	C	T	A	A	T	G	A	C

Dirk

T	G	A	A	T	G	C	A	G	T	C	A	G	C	T	A	T	C	C	G
A	C	T	T	A	C	G	T	C	A	G	T	C	G	A	T	A	G	G	C

Johan

T	C	G	T	A	T	C	T	T	A	C	T	G	G	C	A	T	C	T	G
A	G	C	A	T	A	G	A	A	T	G	A	C	C	G	T	A	G	A	C

Michiel

C	C	A	A	A	T	C	A	G	A	C	T	T	G	A	A	T	C	G	C
G	G	T	T	T	A	G	T	G	T	G	A	A	C	T	T	A	G	C	G

- c** Aan wie is de verdachte waarschijnlijk het meest verwant?
- ☐ A aan Ahmed
 - ☐ B aan Dirk
 - ☐ C aan Johan
 - ☐ D aan Michiel
- d** De databank van het NFI bevat materiaal van zo’n 250 000 mensen. Sommige mensen vinden dat de databank moet worden uitgebreid. Er zijn ook tegenstanders van dat idee.
- Vind je het een goed idee om het DNA van alle Nederlanders op te slaan in de DNA-databank? Geef een argument voor en een argument tegen het uitbreiden van de databank.
- e** Is het beroep van forensisch onderzoeker iets voor jou? Geef aan waarom wel of waarom niet.

Samenhang

GENENGESLEUTEL GEEFT GESPIEGELDE SLAK

Bij alle mensen zit het hart aan de linkerkant, toch? Niet helemaal! Bij 1 op de 10 000 mensen zijn de organen gespiegeld en zit het hart aan de rechterkant. Het is wetenschappers nu gelukt om hetzelfde te doen bij een slak.

PARTNER PAST NIET

In de natuur hebben de meeste grote poelslakken (*Lymnaea stagnalis*) een huisje dat rechtsom gedraaid is: met de klok mee (je kijkt vanaf de bovenkant van het huisje). Je kunt het zelf checken; waarschijnlijk zitten er in de dichtstbijzijnde sloot wel een paar. Als je geluk hebt, kom je misschien ook een exemplaar tegen waarbij het huisje linksom draait. Linksgedraaide poelslakken zijn zeldzaam, maar soms vinden mensen er een. Bij zulke poelslakken is niet alleen het huisje gespiegeld, maar ook zitten het hart en de lever aan de andere kant. En, niet onbelangrijk: de openingen van de anus en de penis of vagina zitten bij linksgedraaide slakken aan de linkerkant van de nek in plaats van aan de rechterkant. In het wild hebben gespiegelde slakken daardoor veel moeite om een partner te vinden, want ze kunnen alleen voortplanten met een slak die ook linksgedraaid is.

Afb. 1 Een rechtsgedraaide poelslak.



SLAKKEN SPIEGELEN

Het was wetenschappers al eerder gelukt om gespiegelde slakken te maken door bij slakkenembryo's de cellen tussen het viercellig en achtcellig stadium om te wisselen met behulp van glazen staafjes. De nakomelingen van die gespiegelde slakjes waren gewoon weer rechtsgedraaid.

Twee Japanse wetenschappers hebben slakken nu op zo'n manier gespiegeld dat ook hun nageslacht linksgedraaid is. Ze deden dat door te knutselen aan het DNA met de gloednieuwe crispr-cas-techniek.

De wetenschappers zetten de cas-schaar in een gen van 3261 achtereenvolgende basenparen met de naam *Lsdia1*. Het resultaat: een kapot *Lsdia1*-gen, waardoor het eiwit formine niet meer werd aangemaakt in de slakkenembryo's. Alleen slakken waarbij het *Lsdia1*-gen in beide allelen kapot was geknipt, kregen een linksgedraaid huisje. Ook hun nakomelingen waren allemaal linksgedraaid. De wetenschappers proberen met deze resultaten gespiegelde organen bij mensen beter te begrijpen.

Wie weet ligt de linksgedraaide poelslak in de toekomst ook wel in de dierenwinkel. Je kunt poelslakken namelijk als huisdier in een aquarium houden. Het zijn zuinige huisdieren, want ze zetten voedsel zes keer zo efficiënt om in lichaamsgewicht als een varken – en ze eten hun eigen uitwerpselen.

Bron: www.sciencenews.org.

OPDRACHTEN

1

- a** De grote poelslak is *asymmetrisch* / *tweezijdig symmetrisch* / *veelzijdig symmetrisch*.
b Welke eigenschappen van een linksgedraaide poelslak behoren tot zijn fenotype?
- ☐ A anus aan de linkerkant
 - ☐ B hart aan de linkerkant
 - ☐ C linksgedraaid huisje
 - ☐ D nieren aan de linkerkant
 - ☐ E penis aan de linkerkant
 - ☐ F vagina aan de linkerkant

2

- Om linksgedraaide slakken te maken, sleutelden wetenschappers aan het *Lsdia1*-gen.
a Is *Lsdia1* het enige gen dat een rol speelt bij het ontstaan van het slakkenhuis? Leg je antwoord uit.
b Waarom mag je *Lsdia1* niet ‘het gen voor een rechtsgedraaid slakkenhuis’ noemen?
c Geef een reden waarom je een kapot *Lsdia1*-gen niet ‘het gen voor een linksgedraaid slakkenhuis’ mag noemen.

3

- Wetenschappers maakten op twee manieren slakken met een linksgedraaid huisje: door de cellen om te wisselen met glazen staafjes en met behulp van crispr-cas.
a Is de wijziging met de glazen staafjes een erfelijke wijziging? Leg je antwoord uit.
b Is de wijziging met crispr-cas een erfelijke wijziging? Leg je antwoord uit.
c Welke vorm van van crispr-cas pasten de wetenschappers toe?
letters veranderen / *woord weglaten*. Hierdoor werd het *Lsdia1*-gen *actief* / *inactief*.
d In welk ontwikkelingsstadium pasten de wetenschappers crispr-cas toe?
in het 1 / 2 / 4 / 8 / 16-cellig stadium
e De grote poelslak heeft 36 chromosomen per cel.
In hoeveel van deze chromosomen moest de mutatie worden aangebracht? Leg je antwoord uit.

4

- a** Is linksgedraaid zijn door een ingreep met crispr-cas een nieuwe eigenschap voor poelslakken? Leg je antwoord uit.
b Bevatten de cellen van linksgedraaide slakjes nieuwe informatie ten opzichte van de cellen van rechtsgedraaide slakjes?
c In het wild hebben linksgedraaide slakken veel moeite om een partner te vinden. Wel worden ze minder snel opgegeten. Dat komt doordat slangen een linksgedraaide slak moeilijk in hun bek kunnen nemen.
Een linksgedraaide slak in het wild heeft een *grotere* / *kleinere* overlevingskans en een *grotere* / *kleinere* kans op voortplanting.
d De linksgedraaide slakken kunnen een nieuwe diersoort gaan vormen.
Leg uit wanneer dat het geval is.
e Is het maken en laten voortplanten van linksgedraaide poelslakken in een laboratorium een vorm van natuurlijke selectie?
f Bedenk een argument tegen het verkopen van met crispr-cas aangepaste linksgedraaide poelslakken in de dierenwinkel.

5

- Gespiegelde organen bij mensen noem je ‘situs inversus’.
a Zijn mensen met situs inversus mutanten?
b Waar zit de lever bij mensen met gespiegelde organen? *links* / *rechts*
c Mensen met situs inversus hebben er vaak geen last van dat hun organen gespiegeld zijn.
Als je gespiegelde organen bij mensen toch zou willen voorkomen, zou crispr-cas dan een goede manier zijn? Leg je antwoord uit.

7 Transcriptie

LEERDOELEN

- 5.7.13 Je kunt benoemen hoe transcriptie en eiwitsynthese plaatsvinden in de cel.
5.7.14 Je kunt uitleggen dat de genetische variatie toeneemt door spontane mutaties.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	5.7.13	5.7.14
Onthouden		
Begrijpen	2	
Toepassen	4a, 5	3a
Analyseren	4b	1, 3b

Je DNA bevat informatie voor hoe je eruitziet en voor het functioneren van je organen en cellen. Voor elke eigenschap en elk proces zijn een of meer genen nodig.

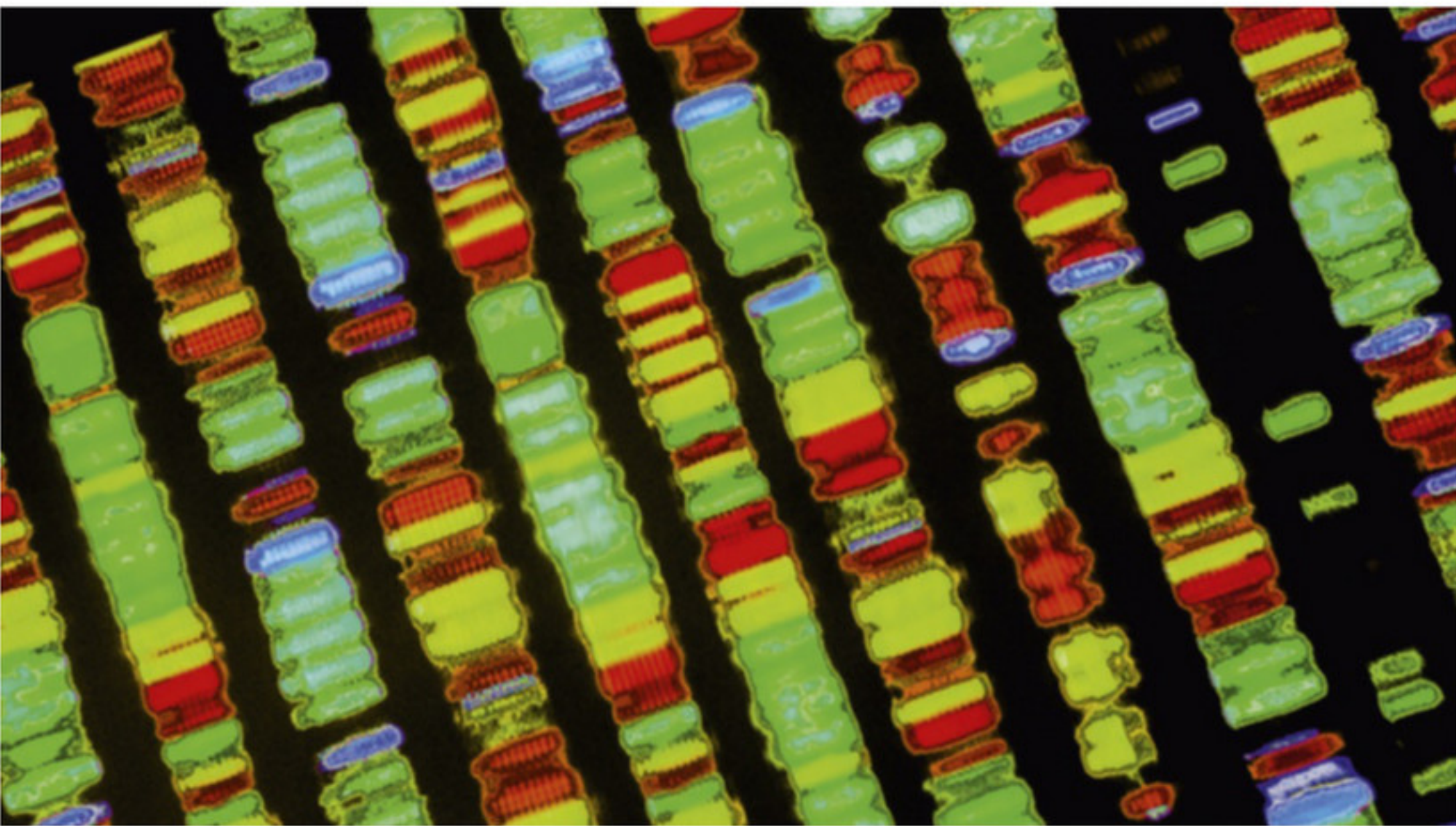
GENEXPRESSIE

Elke celkern in je lichaam bevat precies dezelfde genen. Maar niet alle genen zijn actief in alle cellen. De genen in een cel kunnen worden aan- en uitgezet. Veel genen worden alleen onder bepaalde omstandigheden aangezet. Alleen dan komt het gen tot uiting. Het tot uiting komen van een gen wordt **genexpressie** genoemd. Of een gen aan of uit staat, verschilt per cel en hangt samen met de functie van de cel. Zo staan de genen voor het maken van hoofdhaar in de lever uit. In cellen van haarzakjes in je hoofdhuid staan deze genen aan. Wanneer een gen aan staat, kan het hard of zacht staan.

De volgorde van de basen in het DNA heet de **DNA-sequentie** (sequentie betekent volgorde; zie afbeelding 1). Wanneer een gen aan staat, wordt de informatie van het DNA van dat gen in de cel afgelezen en verwerkt. De DNA-sequentie van een gen bevat de informatie voor het maken van een specifiek eiwit. Eiwitten regelen voor een groot deel de kleur, vorm en werking van je lichaam. Genen bevatten informatie voor zowel het maken van eiwitten als voor het regelen van processen in de cel.

Een gen bevat bijvoorbeeld de code voor het maken van melanine (een pigment). Wanneer dit gen in een cel van de iris aan staat, wordt de code voor het maken van melanine afgelezen en wordt melanine gemaakt. Bruine ogen hebben veel melanine, blauwe ogen weinig en groene ogen zitten daartussenin. De hoeveelheid melanine is een deel van het fenotype.

Afb. 1 DNA-sequentie: vier kleuren voor vier basen.



EIWITSYNTHESE

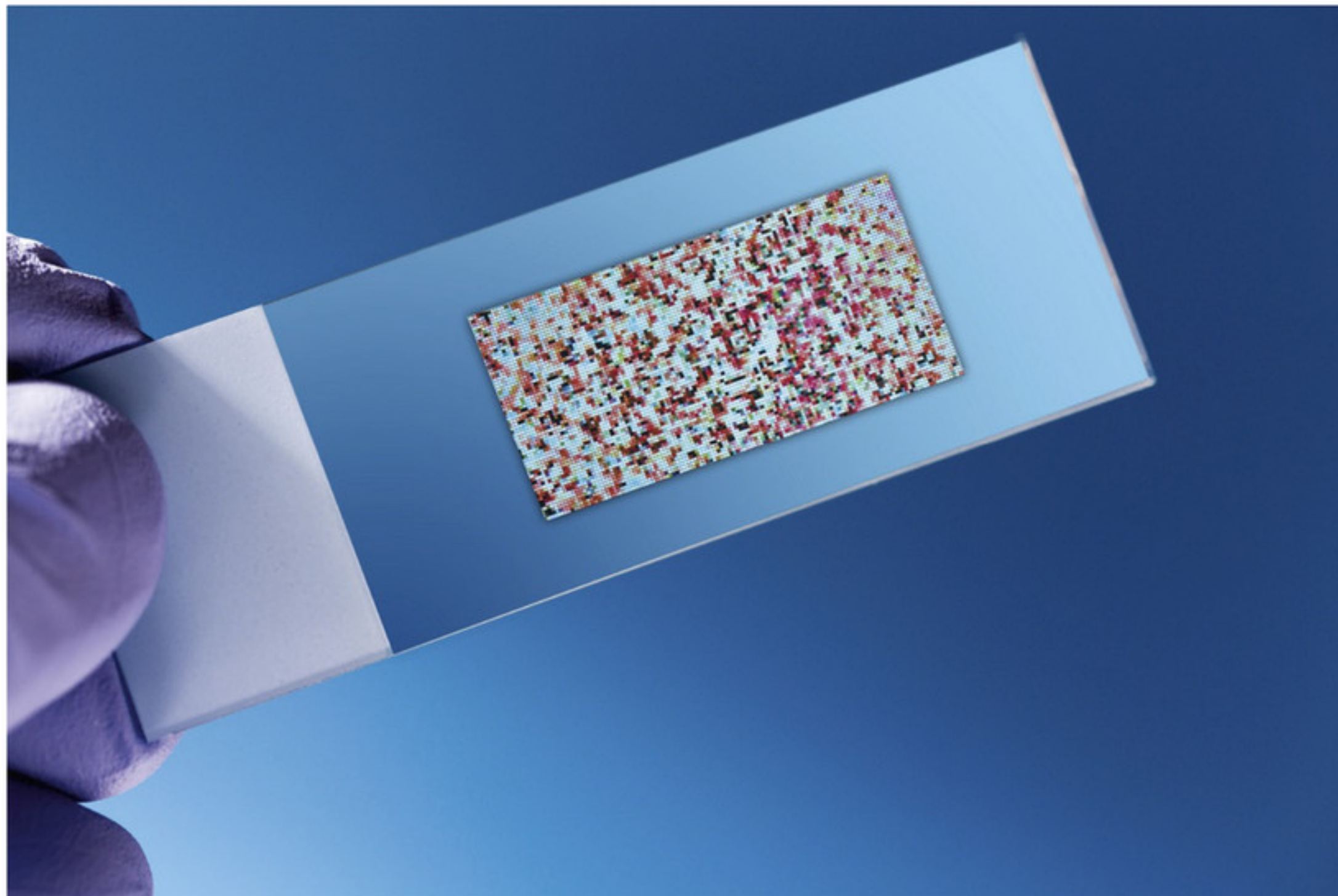
De DNA-sequentie is een 'recept' waarmee een cel een eiwit kan maken. Bij genexpressie wordt de DNA-sequentie afgelezen en gekopieerd. Het gekopieerde stukje DNA heet **RNA**. De vorming van RNA heet **transcriptie**.

Het RNA brengt de informatie voor het eiwit naar een ander deel van de cel (een ribosoom). Daar wordt de code vertaald en wordt het juiste eiwit gemaakt. Het maken van een eiwit in een cel heet **eiwitsynthese** (synthese betekent samenstellen).

Je lichaam kan eiwitten gebruiken als brandstof, maar hun functie als bouwstof is veel belangrijker. Eiwitten kunnen bijvoorbeeld functioneren als hormoon, enzym of antistof. Door eiwitsynthese zorgen je cellen ervoor dat je voldoende van deze eiwitten hebt. Het aan- en uitzetten van genen maakt het voor cellen mogelijk om verschillende eiwitten te maken op het moment dat de cel ze nodig heeft.

In afbeelding 2 zie je een DNA-microarray of DNA-chip. Dit is een techniek om genexpressie te meten. Elke stip staat voor een gen. Aan de kleur is te zien of het gen aan of uit staat en of het hard of zacht staat.

Afb. 2 DNA-microarray of DNA-chip.

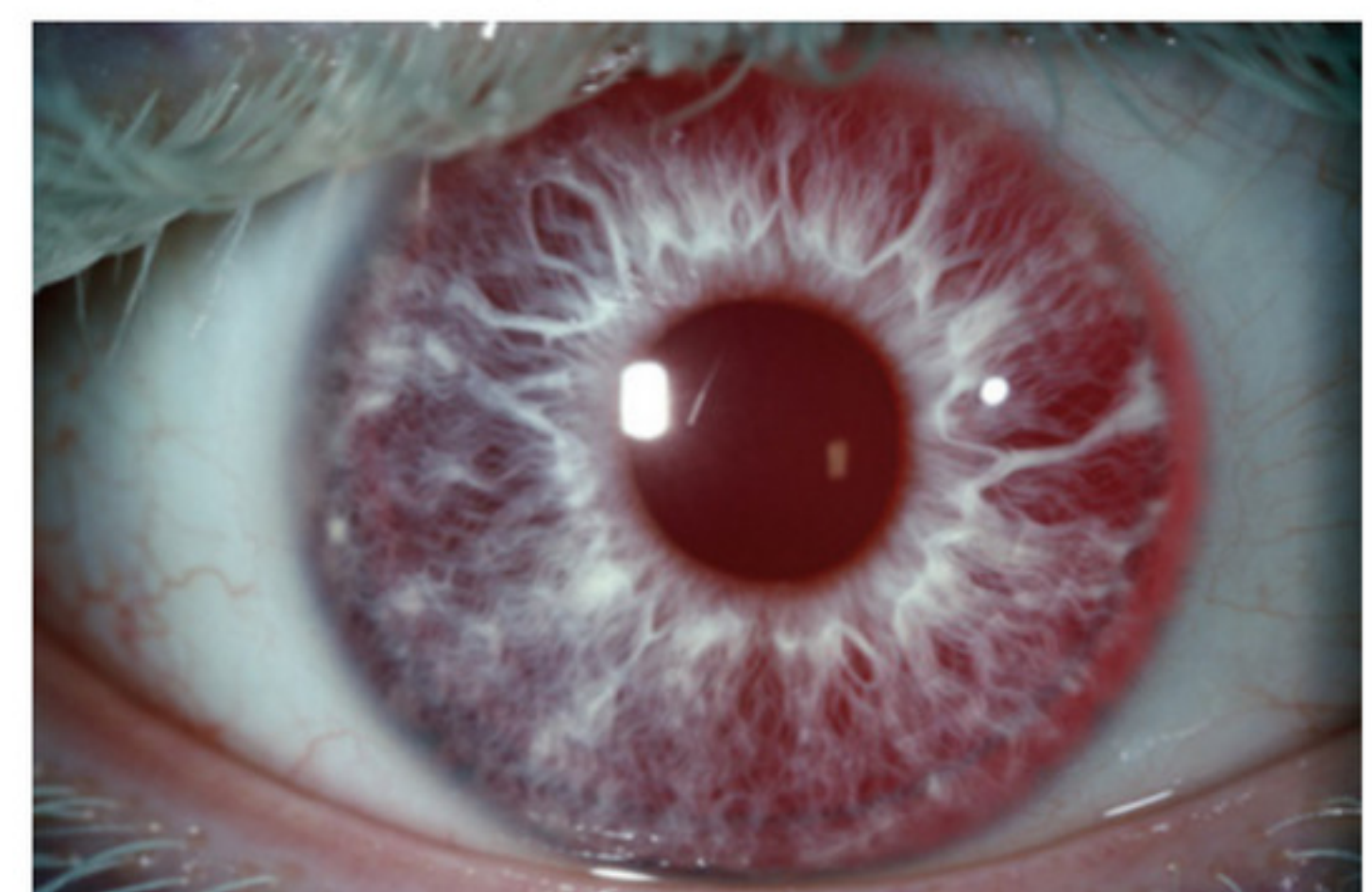


SPONTANE MUTATIE

Een organisme ontstaat door celdeling uit een bevruchte eicel. Bij elke celdeling worden de chromosomen met het DNA gekopieerd. Tijdens het kopiëren van DNA ontstaan regelmatig fouten, waardoor een verandering in de basenvolgorde ontstaat. Als dit in een geslachtscel gebeurt, kan de mutatie bij de bevruchting worden doorgegeven aan de nakomeling. Als dit in een vroeg stadium van de ontwikkeling van een embryo gebeurt, komt de mutatie ook in alle lichaamscellen terecht. Ook de helft van de geslachtscellen van de nakomeling bevat dan deze mutatie.

Chromosomen komen in lichaamscellen in paren voor. Als op één chromosoom een allel gemuteerd is, kan het allel op het andere chromosoom de functie overnemen. Als er bijvoorbeeld één oogkleur-gen kapot is door een mutatie, is er nog niets aan de hand. Maar als beide genen op beide chromosomen kapot zijn, heeft het organisme albinisme (zie afbeelding 3). De cellen kunnen dan geen melanine maken, omdat ze hiervoor niet het juiste 'recept' (DNA-sequentie) hebben.

Afb. 3 Het oog van iemand met albinisme.



Veel mutaties hebben afwijkingen tot gevolg in de bouw of de werking van een organisme. Maar door **spontane (erfelijke) mutaties** neemt ook de genetische variatie in de nakomelingen toe. Dat kan juist gunstig zijn voor de overlevingskansen van een populatie organismen. Als de omstandigheden veranderen, is een organisme met een mutatie misschien beter aangepast dan zijn soortgenoten. Want misschien leidt die mutatie wel tot een extra lange nek, zoals bij de giraffe, of tot witte veren bij een organisme in een gebied met veel sneeuw.

Afb. 4 Witte eend tussen soortgenoten.



OPDRACHTEN

1

De ogen van een albino lijken rood.
Leg uit hoe dat komt.

2

a Het maken van eiwitten verloopt in stapjes.
Zet de stapjes in de juiste volgorde.

..... DNA-sequentie aflezen

..... eiwitsynthese

..... transcriptie

- b**
- Het aflezen van de DNA-sequentie vindt plaats in de *celkern* / *ribosomen*.
 - De eiwitsynthese vindt plaats in de *celkern* / *ribosomen*.
 - De transcriptie vindt plaats in de *celkern* / *ribosomen*.

3

Volgens bioloog Armand Leroi heeft ieder menselijk embryo ongeveer 100 nieuwe mutaties. Maar een embryo erft ook de mutaties van ouders, grootouders en verre voorouders. Een embryo heeft daardoor gemiddeld 300 mutaties die in meer of mindere mate schadelijk zijn (afwijkingen of ziekten veroorzaken). Maar niet iedereen is gelijk. Sommigen hebben er maar 250. Een heel klein aantal heeft er wel 340.

- a** Leg uit hoe natuurlijke selectie ervoor zorgt dat mensen niet steeds meer schadelijke mutaties krijgen.
- b** Leg uit hoe onze moderne samenleving de natuurlijke selectie beïnvloedt.

4

Een allel begint altijd met de startcode TAC. Het einde van een allel wordt aangegeven met een eindcode, in dit geval ATT. Tussen twee allelen ligt meestal nog een serie DNA-bouwstenen.

Je ziet hier twee DNA-sequenties (P en Q) weergegeven. Alleen de bovenste rij letters (code) wordt van links naar rechts afgelezen om een eiwit te maken.

DNA-sequentie P

C	C	T	T	C	G	C	A	T	T	C	G	T	T	T	C	C	T	A	C	A	A	G	G	C
G	G	A	A	G	C	G	T	A	A	G	C	A	A	A	G	G	A	T	G	T	T	C	C	G

DNA-sequentie Q

T	A	C	C	C	G	A	T	C	A	G	G	C	G	T	G	C	G	T	C	G	T	T	T	C
A	T	G	G	G	C	T	A	G	T	C	C	G	C	A	C	G	C	A	G	C	A	A	A	G

- a Bevat een van deze DNA-sequenties een compleet allel? Zo ja, welke? Leg je antwoord uit.
- b Bevat een van deze DNA-sequenties stukken van twee allelen? Zo ja, welke? Leg je antwoord uit.

5

Je haarkleur is een eigenschap die kan veranderen. Veel mensen hebben tijdens hun kindertijd blond haar, maar als volwassene heeft hun haar een andere kleur. Sommige baby's met donker haar krijgen later lichter haar. Leg uit waardoor de haarkleur kan veranderen.

 Ga naar de *Flitskaarten*.

8 Dominant en recessief

LEERDOEL

5.8.15 Je kunt omschrijven wat homozygoot, heterozygoot, dominant en recessief betekenen.

► Practicum 3

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	5.8.15	5.3.6*	5.7.13*
Onthouden			
Begrijpen	1a, 2a, 3a		2b
Toepassen	1b, 3bcd	3d	2cd
Analyseren	1c	1c	

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

Je hebt geleerd dat een allelenpaar twee gelijke of twee ongelijke allelen kan bevatten voor een bepaalde erfelijke eigenschap. Bij een ongelijk allelenpaar komt het sterkste allel tot uiting in het fenotype.

HOMOZYGOOT EN HETEROZYGOOT

In afbeelding 1 zie je dat mensen een gelijk allelenpaar kunnen bezitten voor de haarvorm. Bijvoorbeeld: twee allelen voor steil haar of twee allelen voor krullend haar. Een organisme met een gelijk allelenpaar voor een bepaalde eigenschap noem je **homozygoot** voor deze eigenschap (homo = gelijk).

Iemand kan ook een ongelijk allelenpaar bezitten voor een bepaalde eigenschap. Bijvoorbeeld: een allel voor krullend haar en een allel voor steil haar. Een organisme met een ongelijk allelenpaar voor een bepaalde eigenschap noem je **heterozygoot** voor deze eigenschap (hetero = ongelijk). Mensen kunnen dus homozygoot of heterozygoot zijn voor de haarvorm.

Afb. 1 Homozygoot en heterozygoot.



1 homozygoot voor steil haar



2 homozygoot voor krullend haar



3 heterozygoot voor de haarvorm

Legenda:

-  allel voor steil haar
-  allel voor krullend haar

DOMINANT EN RECESSIEF

Personen die heterozygoot zijn voor de haarvorm, bezitten zowel het allel voor steil haar als het allel voor krullend haar. Deze personen blijken krullend haar te hebben. Slechts een van beide allelen komt tot uiting in het fenotype. We noemen dit allel het **dominante allel**. Het andere allel noemen we het **recessieve allel**. Dit allel komt niet tot uiting in het fenotype als in het andere chromosoom van het chromosomenpaar een dominant allel aanwezig is. Het dominante allel is als het ware 'sterker' dan het recessieve allel.

De vachtkleur bij runderen kan rood of zwart zijn (zie afbeelding 2). Als bekend is dat de zwarte stier heterozygoot is voor de vachtkleur, weet je dat het allel voor een zwarte vachtkleur dominant is. De stier heeft immers een allel voor rode en een allel voor zwarte vachtkleur, maar het fenotype is een zwarte vachtkleur. Alleen het allel voor de zwarte vachtkleur komt tot uiting in het fenotype, dus het allel voor zwarte vachtkleur is dominant.

Hieruit kun je nu ook afleiden dat de rode stier homozygoot is voor de vachtkleur, want als de rode stier één dominant zwart allel zou hebben, zou de stier zwart zijn. Ook als alleen bekend is dat de rode vachtkleur recessief is, weet je dat de rode stier homozygoot is voor de vachtkleur. Bij de zwarte stier weet je dit niet; deze kan homozygoot of heterozygoot zijn voor de vachtkleur.

Afb. 2 Runderen.



1 homozygoot roodharig



2 homozygoot of heterozygoot zwartharig?

GENSYMBOLLEN

Allelen geef je aan met letters. Voor één erfelijke eigenschap gebruik je één letter. Een dominant allel wordt aangegeven met een hoofdletter, een recessief allel met een kleine letter. Bijvoorbeeld: een persoon die homozygoot is voor krullend haar (dominant), geef je aan met AA, een persoon die homozygoot is voor steil haar (recessief) met aa en een persoon die heterozygoot is voor de haarvorm met Aa. Je kunt ook een andere letter gebruiken, bijvoorbeeld BB, bb en Bb. Het best is steeds letters te gebruiken waarvan de hoofdletter en de kleine letter duidelijk van vorm verschillen (dus bijvoorbeeld niet de P en de p, maar wel de R en de r).

OPDRACHTEN

1

Sommige mensen moeten niezen als ze ineens in fel licht kijken, zoals de jongen in afbeelding 3. Ongeveer een kwart van de mensen op aarde heeft hier last van. De precieze werking van deze reflex is nog onbekend. De jongen in de afbeelding heeft voor de niesreflex het genotype Dd.

- Is de jongen heterozygoot of homozygoot voor de niesreflex? *heterozygoot / homozygoot*
- Welk allel is dominant?
het allel voor niezen bij in fel licht kijken / het andere allel
- Hebben de ouders van de jongen ook een niesreflex als ze in fel licht kijken?
 - ☐ A Ja, zeker beide ouders.
 - ☐ B In elk geval een van de ouders.
 - ☐ C Nee, geen van beide ouders.

Afb. 3 Jongen niest bij het zien van fel licht.



2

- Lees de tekst ‘Wie is wie?’ in afbeelding 4.
- a Wie van de vier jongeren is heterozygoot voor de haarkleur?
Marloes / Milou / Philip / Pien
 - b Wie van de vier jongeren is homozygoot voor een huidtype zonder sproeten?
Marloes / Milou / Philip / Pien
 - c Leid uit het fenotype van Philip af of de allelen voor donker haar en een huidtype met sproeten dominant of recessief zijn.
 - Het allel voor donker haar is *dominant / recessief*.
 - Het allel voor een huidtype met sproeten is *dominant / recessief*.
 - d Welke naam hoort bij de foto?
Foto 2 *Marloes / Milou / Pien*
Foto 3 *Marloes / Milou / Pien*
Foto 4 *Marloes / Milou / Pien*

Afb. 4

Wie is wie?

Op de foto’s zie je de fenotypen van vier personen, met variatie in huidtype en haarkleur. Het huidtype kan met of zonder sproeten zijn en de haarkleur kan donker of blond zijn (zie foto 1 en 3). Onder de foto’s zie je de lichaamscellen van deze personen schematisch getekend. Van Philip is zowel het genotype als het fenotype weergegeven voor deze twee eigenschappen, maar van Marloes, Milou en Pien is alleen het genotype bekend. Wie is wie op foto 2, 3 en 4?



1
Philip



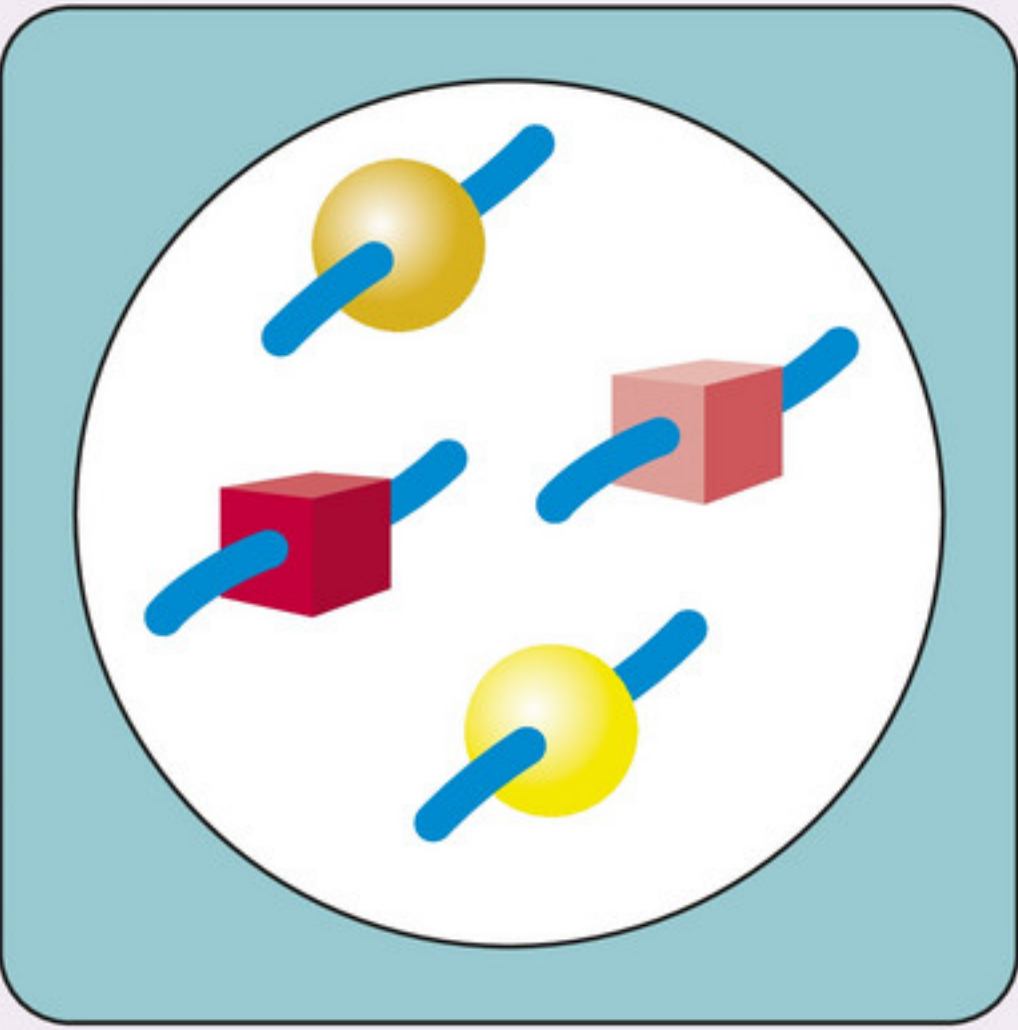
2
?



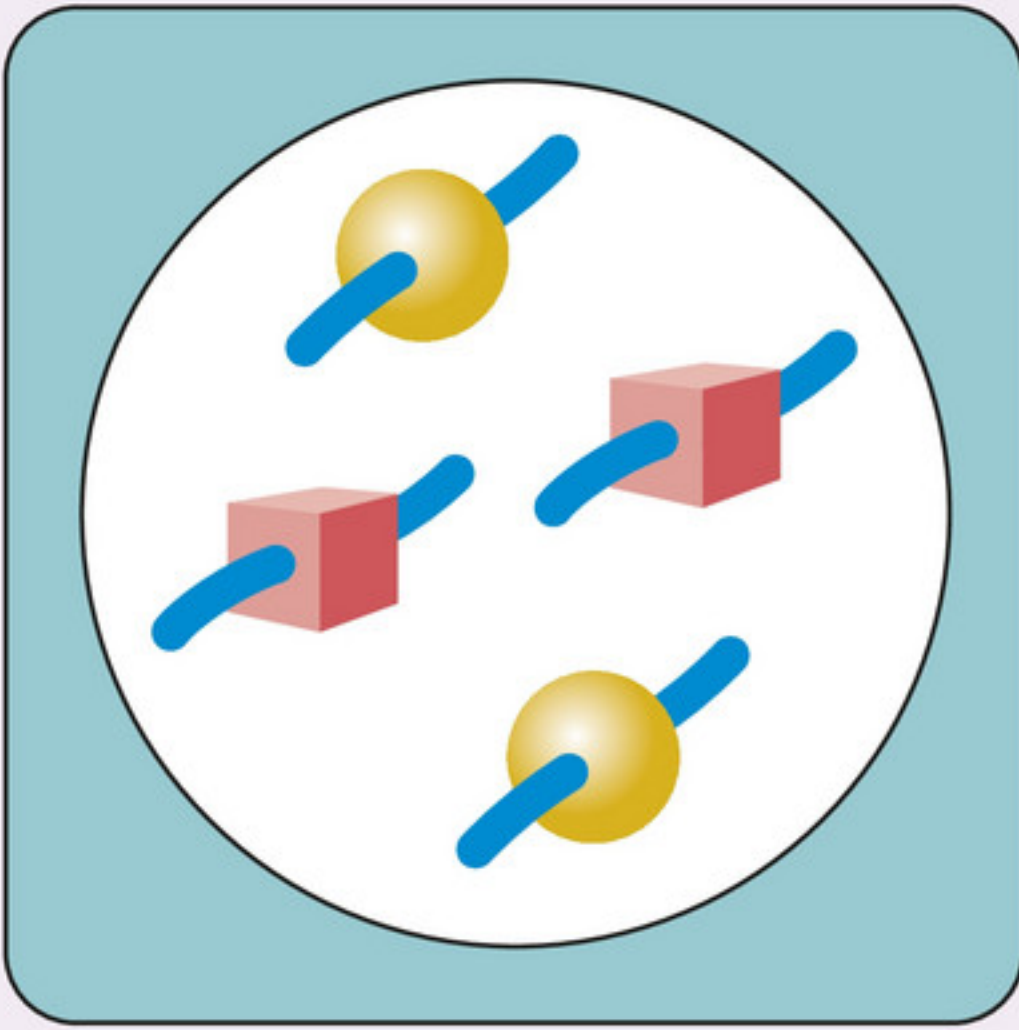
3
?



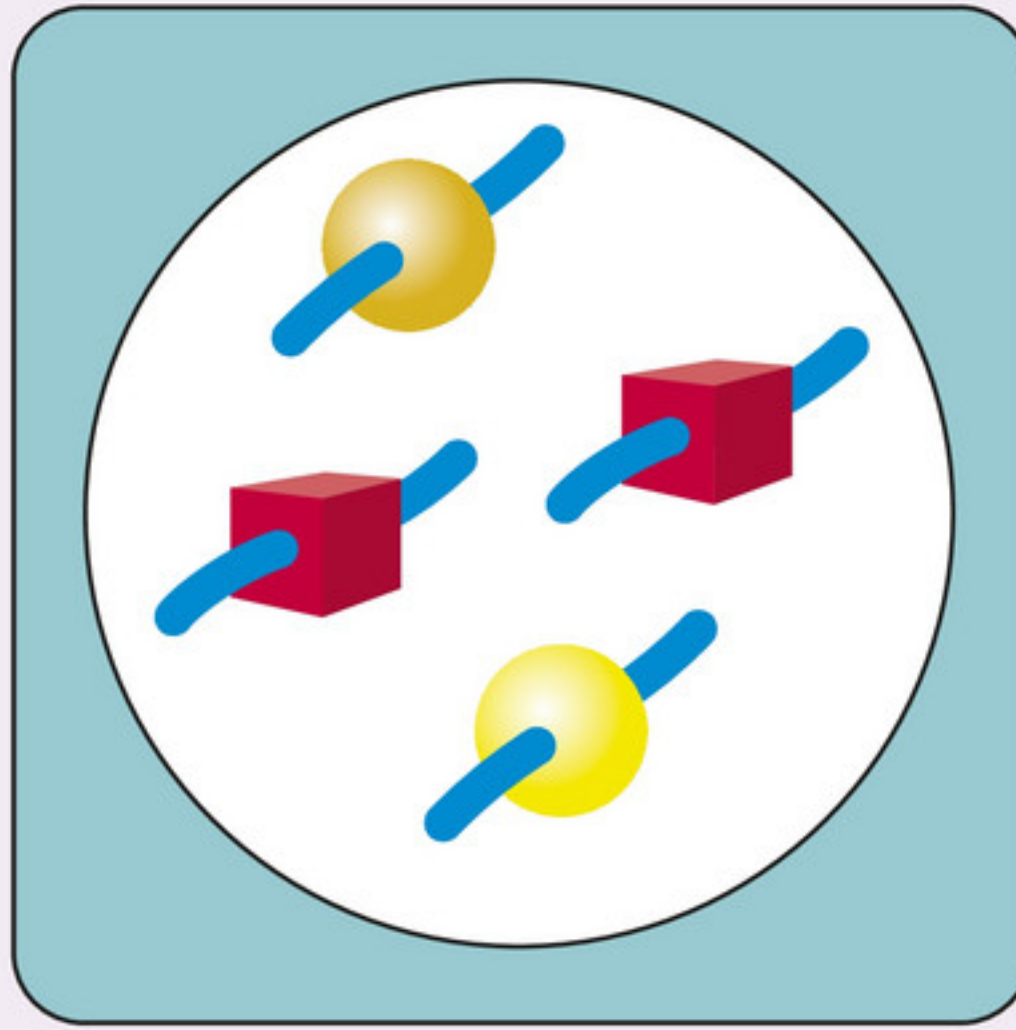
4
?



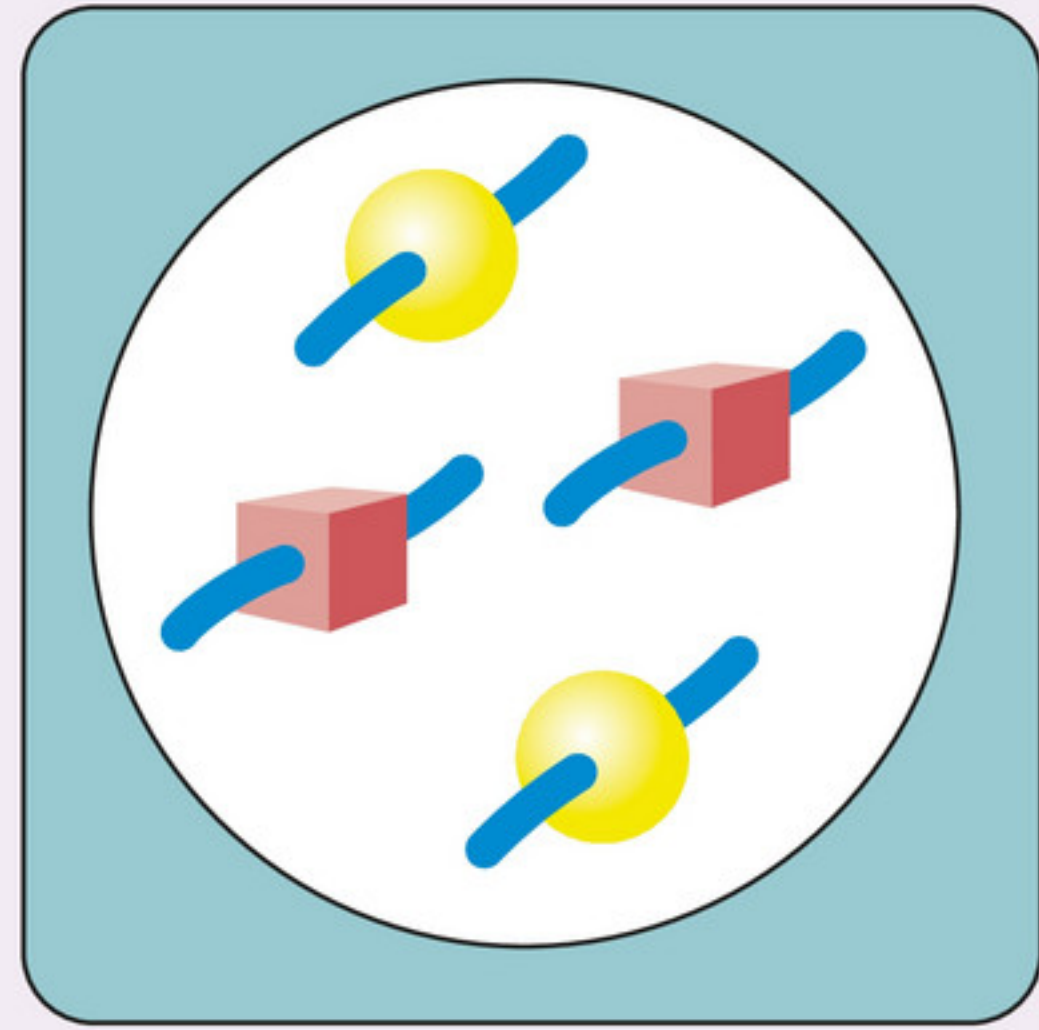
Milou

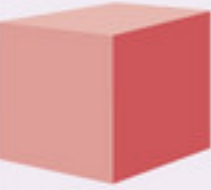


Pien



Marloes





allel voor blond haar



allel voor donker haar



allel voor huidtype zonder sproeten



allel voor huidtype met sproeten

3

Een van de eerste genetische experimenten werd gedaan door de Oostenrijkse monnik Gregor Mendel. Hij kruiste erwtenplanten met elkaar. Hij kweekte gerimpelde en ronde erwten (zie afbeelding 5). De vorm heeft te maken met de aanmaak van koolhydraten. Gerimpelde erwten bevatten meer suiker en minder zetmeel dan ronde erwten. Daardoor drogen ze uit als ze rijpen. Gerimpelde erwten zijn zoeter dan ronde erwten.

a Bij erwten is het allel voor een gerimpelde erwt (*r*) recessief ten opzichte van het allel voor een ronde erwt (*R*).

Kan erwt 1 homozygoot zijn voor de vorm? En heterozygoot?

b Wat is het genotype van erwt 1?

c Kan erwt 2 homozygoot zijn voor de vorm? En heterozygoot?

d De stuifmeelkorrel waaruit erwt 2 is ontstaan, bevatte het allel *r*.

Welk allel bevatte de eicel?

Afb. 5 Een gerimpelde en een ronde erwt.



 Ga naar de *Flitskaarten*.

Leren onderzoeken

1

EEN ONDERZOEK MONDELING PRESENTEREN

► Basisstof 6 | ► Leerdoel 5.O.16

Onderzoekers delen hun onderzoeksresultaten met elkaar om samen verder te komen. Dit kunnen ze doen met een schriftelijke of mondelinge presentatie. Bij een mondelinge presentatie vertel je anderen over je onderzoek en je resultaten. Vaak doe je dit met behulp van een diapresentatie, bijvoorbeeld PowerPoint. Wanneer je een diapresentatie gebruikt, houd je de volgorde aan die je in afbeelding 1 ziet. Op de dia's schrijf je niet alles uit, maar gebruik je steekwoorden, afbeeldingen, tekeningen en schema's. Op deze manier ondersteunen de dia's jouw verhaal.

Meestal moet je binnen een bepaalde tijd je onderzoek presenteren. Je moet dan bijvoorbeeld in tien of twintig minuten je verhaal vertellen. Daarom geef je bij een mondelinge presentatie alleen de belangrijkste informatie over je onderzoek. Dit is anders dan bij een schriftelijke presentatie, want daarin schrijf je je onderzoek zo uitgebreid mogelijk op.

Afb. 1

Een presentatie maken van een onderzoek

- 1 Vermeld de titel van je onderzoek op de eerste dia. Zet onder de titel je naam en de naam of namen van degenen met wie je hebt samengewerkt.
- 2 Geef een inleiding van je onderzoek. Vertel welk probleem je wilde onderzoeken. Geef eventueel extra uitleg over het onderwerp. Gebruik hiervoor één of twee dia's.
- 3 Daarna deel je de presentatie in volgens de stappen van een onderzoek:
 - Onderzoeksvraag
 - Hypothese (als je die hebt)
 - Benodigdheden
 - Werkplan
 - Resultaten
 - Conclusie
 - Discussie

Elke stap krijgt een aparte dia. Wanneer je bij je resultaten een tabel of grafiek hebt, maak je die zo groot mogelijk. Dan kan je publiek het goed zien. Elke tabel en grafiek krijgt een eigen dia.

- 4 Als je bronnen hebt gebruikt, maak je een literatuurlijst op de laatste dia.

OPDRACHT

1

Je gaat zelf een literatuuronderzoek bedenken, uitvoeren en mondeling presenteren. Je kunt kiezen uit de volgende onderwerpen:

- Crispr-Cas (of een andere DNA-techniek)
- geslachtschromosomen bij vogels
- kanker (bijvoorbeeld borstkanker, darmkanker of zaadbalkanker)
- sikkelcelanemie
- syndroom van Down

Als je een ander onderwerp wilt kiezen, overleg dit dan met je docent.

Voer je onderzoek als volgt uit:

- Formuleer de onderzoeksvraag en de deelvragen.
- Maak een werkplan. In het werkplan staat:
 - wat voor bronnen je gaat raadplegen;
 - waar je de bronnen gaat zoeken.
- Laat je docent de onderzoeksvraag, de deelvragen en het werkplan controleren. Voer het onderzoek uit volgens het werkplan.
- Schrijf per deelvraag de resultaten op.
- Formuleer een conclusie die antwoord geeft op de onderzoeksvraag.
- Schrijf een discussie.
- Maak een diapresentatie van je onderzoek. Gebruik zo min mogelijk hele zinnen en zo veel mogelijk steekwoorden, afbeeldingen, tekeningen en schema's.
- Bereid voor wat je bij elke dia precies wilt vertellen. Maak eventueel een spiekbriefje met steekwoorden.
- Presenteer je onderzoek aan de klas.

Practica

1

NATUURLIJKE SELECTIE

► Basisstof 4 | ► Leerdoel 5.4.9

 30-35 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum boots je natuurlijke selectie binnen een groep organismen na. Hiervoor gebruik je de gebeurtenissen in afbeelding 1. De verandering in samenstelling binnen de groep houd je bij in een tabel.

Afb. 1

Gebeurtenissen per generatie

Gebeurtenis 1

De rode kralen hebben een kenmerk waardoor ze gemakkelijk worden gezien door roofdieren. De kans dat ze lang genoeg leven om nakomelingen te krijgen, is 60%. De overlevingskans van de andere kleuren is 80%.

Gebeurtenis 2

De groep vindt een dichtbegroeid bos om in te leven. De groene kralen hebben een kenmerk waardoor ze in het bos nog minder opvallen. Hierdoor stijgt hun overlevingskans met 10%. Bij de andere kleuren is de overlevingskans hetzelfde gebleven.

Gebeurtenis 3

Door klimaatverandering worden de zomers steeds heter. Hierdoor neemt de overlevingskans voor bijna alle kleuren met 10% af. De gele kralen hebben een kenmerk waardoor ze beter bestand zijn tegen de hitte. Bij deze kleur neemt de overlevingskans niet af.

Gebeurtenis 4

Er is een bosbrand in het leefgebied van de populatie. 50% overleeft deze brand niet.

BENODIGDHEDEN

- ☐ 30 blauwe kralen
- ☐ 30 gele kralen
- ☐ 30 groene kralen
- ☐ 30 rode kralen
- ☐ een rekenmachine

WERKWIJZE

- Leg vijf blauwe, vijf gele, vijf groene en vijf rode kralen bij elkaar. Dit is de eerste generatie van de groep. De samenstelling van deze generatie is al ingevuld in de tabel.

Gebeurtenis 1

- Lees gebeurtenis 1 in afbeelding 1. Bij deze gebeurtenis blijft 60% van de rode kralen in leven.
- Bereken het aantal rode kralen dat in jouw groep blijft leven.
- Haal de andere rode kralen weg.
- Doe hetzelfde voor de andere drie kleuren. Let op: de overlevingskans van de andere kleuren is 80%.

De groep kralen die je overhoudt, is de populatie na gebeurtenis 1. Deze kralen krijgen nakomelingen: per gekleurde kraal komt er één nakomeling bij met dezelfde kleur. De groep wordt dus verdubbeld.

- Verdubbel van elke kleur het aantal kralen in de groep. De kralen die erbij komen, zijn de nakomelingen. De populatie bestaat nu uit twee generaties.
- Noteer in de tabel de samenstelling van de populatie met twee generaties.

Gebeurtenis 2

- Lees gebeurtenis 2 in afbeelding 1. De overlevingskans van een van de kleuren is veranderd.
- Bereken van elke kleur het aantal kralen dat blijft leven na gebeurtenis 2. Rond indien nodig elke uitkomst af naar een geheel getal.
- Haal per kleur de kralen weg die niet blijven leven.

De kralen die nu nog in leven zijn, krijgen weer nakomelingen: één nakomeling per kraal. Je hoeft geen rekening te houden met de twee generaties.

- Voeg de nakomelingen toe aan de populatie. De populatie bestaat nu uit drie generaties.
- Noteer de samenstelling van de populatie in de tabel.

Gebeurtenis 3

- Lees gebeurtenis 3 in afbeelding 1.
- Bereken van elke kleur het aantal kralen dat blijft leven. Rond indien nodig af naar een heel getal en haal de andere kralen weg.
- Voeg de nakomelingen toe en noteer in de tabel de samenstelling van de populatie met vier generaties.

Gebeurtenis 4

- Lees gebeurtenis 4 in afbeelding 1. Nu is de overlevingskans niet per kleur, maar voor de hele groep. De overlevingskans van een kraal is dus niet afhankelijk van zijn kleur.
- Verwijder willekeurig de helft van de kralen uit de groep. Doe dit bijvoorbeeld met je ogen dicht.
- Voeg de nakomelingen toe en noteer in de tabel de samenstelling van de populatie met vijf generaties.

Aantal generaties	Aantal blauwe kralen	Aantal gele kralen	Aantal groene kralen	Aantal rode kralen
1	5	5	5	5
2				
3				
4				
5				

OPDRACHT

1

Leg uit dat bij gebeurtenis 4 geen sprake is van natuurlijke selectie.

2

SCHEDELS VAN KNAAGDIEREN VERGELIJKEN

► Basisstof 5 | ► Leerdoel 5.5.11

 20-30 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum vergelijk je de schedels van drie knaagdieren.

BENODIGDHEDEN

- ☐ een schedel van een eekhoorn
☐ een schedel van een konijn
☐ een schedel van een veldmuis

WERKWIJZE

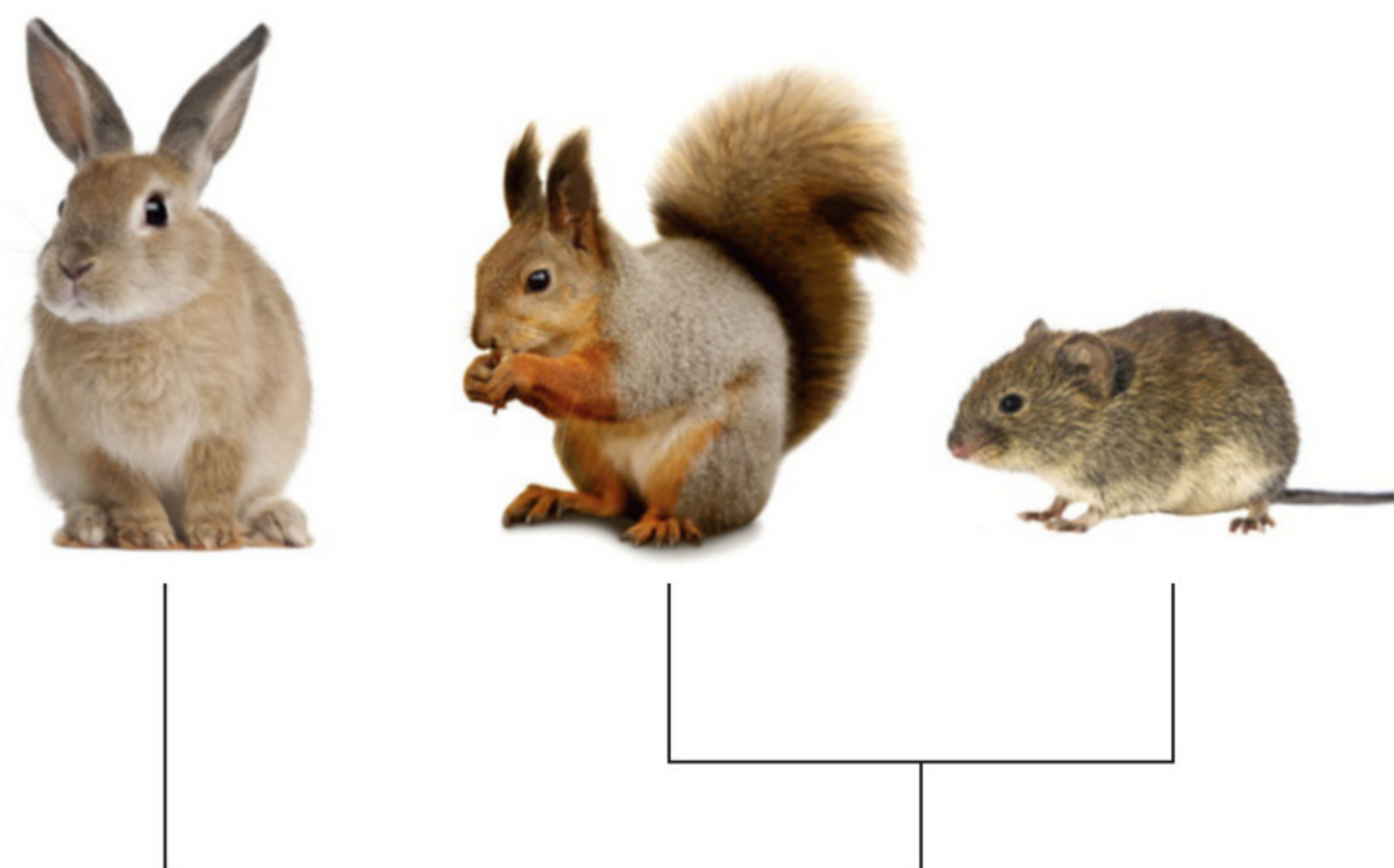
- Bestudeer de drie verschillende schedels.
- Kijk welke overeenkomsten en welke verschillen je ziet.

OPDRACHT

1

- a** Welke overeenkomsten heb je gevonden bij alle drie de schedels? Noteer er minstens twee.
- b** Welke verschillen heb je gevonden tussen de schedels? Noteer er minstens twee.
- c** Bekijk de stamboom in afbeelding 2.
Welk dier is het meest verwant met de eekhoorn? *konijn / veldmuis*
- d** Komt de verwantschap overeen met de overeenkomsten en verschillen die je hebt gevonden? *ja / nee*

Afb. 2 Stamboom.



3

FENOTYPE VOORSPELLEN

▶ Extra stof 8 | ▶ Leerdoel 5.8.15

 25-35 minuten

WAT GA JE DOEN?

Je docent heeft zes insecten gemaakt uit marshmallows en andere materialen. Elk insect heeft een ander fenotype. In dit practicum bepaal je het genotype van een nakomeling van twee insecten en ‘vertaalt’ dit naar een fenotype.

BENODIGDHEDEN

- ☐ marshmallows
- ☐ tandenstokers
- ☐ paperclips
- ☐ gele, rode en oranje kralen

WERKWIJZE

- Kies twee insecten uit de groep van zes. Eén insect is een mannetje (genotype XY), het andere een vrouwtje (genotype XX). Je mag zelf bepalen welk insect het mannetje is en welk het vrouwtje.
- Noteer het genotype van de twee insecten. Gebruik hiervoor tabel 1. Ga ervan uit dat jouw insecten homozygoot zijn.
- Noteer het genotype van de nakomeling van je twee insecten. Gebruik hiervoor tabel 1.
- Maak je nakomeling met het juiste fenotype. Gebruik hiervoor de marshmallows, tandenstokers, paperclips en kralen.

Tabel 1 Genotypen en fenotypen.

Genotype	Fenotype
TT of Tt	twee paar vleugels
tt	één paar vleugels
AA of Aa	lange antennes
aa	korte antennes
GG of Gg	lange poten
gg	korte poten
BB	rode ogen
Bb	oranje ogen
bb	gele ogen

OPDRACHT**1**

- a** Voor welke kenmerken is de nakomeling heterozygoot en voor welke homozygoot? Noteer de kenmerken van de nakomeling in de tabel. Gebruik daarbij: *antennes – ogen – poten – vleugels*.

	Kenmerk(en) nakomeling
Homozygoot dominant	
Homozygoot recessief	
Heterozygoot	

- b** Kun je het geslacht van de nakomeling ook voorspellen? Zo ja, wat is het geslacht? Zo nee, waarom niet?

Samenvatting

BASIS 1

GENOTYPE EN FENOTYPE

1 Je kunt omschrijven wat het genotype en het fenotype zijn.

- Chromosomen zijn dunne 'draden' in elke celkern.
 - Ze bestaan voor een groot deel uit de stof DNA.
 - DNA bevat de informatie voor erfelijke eigenschappen.
 - Elke celkern bevat de complete informatie voor alle erfelijke eigenschappen van een organisme.
 - Gen: de stukjes DNA die samen de informatie bevatten voor een erfelijke eigenschap.
- Genotype: de informatie voor de erfelijke eigenschappen van een organisme.
 - Alle genen in een celkern samen vormen het genotype.
 - Het genotype van een organisme ontstaat op het moment van bevruchting.
- Fenotype: de eigenschappen van een organisme, waaronder het uiterlijk.
 - Het fenotype komt tot stand door het genotype en door invloeden uit het milieu (leefstijl en omgeving).

2 Je kunt uitleggen dat cellen alleen de erfelijke informatie gebruiken die ze nodig hebben.

- Een cel gebruikt alleen de genen die hij nodig heeft.
 - De andere genen zijn in deze cel niet actief.
 - Dit hangt samen met de functie van een cel. Bijv. in levercellen staan de genen voor galproductie aan. In hoofdhuidcellen staan deze genen uit.
 - Een gen kan een beetje tot erg actief zijn (zacht of hard staan).

BASIS 2

CHROMOSOMEN

3 Je kunt uitleggen hoe elk van de ouders 50% van de chromosomen levert.

- In lichaamscellen komen de chromosomen in paren voor.
 - De twee chromosomen van een paar bestaan uit dezelfde genen.
 - Bij een mens bevat de kern van elke lichaamscel 23 paren chromosomen.
 - Van elk chromosomenpaar is één chromosoom afkomstig van de moeder en het andere van de vader.
- Genvariant: de informatie op een van de genen van een genenpaar.
 - In lichaamscellen bevatten de twee genvarianten van een gen informatie voor dezelfde erfelijke eigenschap.
 - Deze informatie kan gelijk of ongelijk zijn. Bijv. het gen voor de haarvorm kan informatie bevatten voor steil haar en/of voor krullend haar.
- In geslachtscellen komen de chromosomen enkelvoudig voor.
 - Bij een mens bevat de kern van elke geslachtscel 23 chromosomen.
 - Welk van beide chromosomen in een geslachtscel terechtkomt, is afhankelijk van het toeval.

4 Je kunt aangeven dat bij mensen het geslacht wordt bepaald door de geslachtschromosomen.

- Geslachtschromosomen: het 23e chromosomenpaar:
 - vrouw: twee X-chromosomen (XX)
 - man: een X- en een Y-chromosoom (XY)
 - intersekse: bijv. meisje met XY, jongen met XX

5 Je kunt uitleggen hoe door geslachtelijke voortplanting variatie in genotypen ontstaat.

- Bij de vorming van geslachtscellen komt van elk chromosomenpaar één chromosoom in een geslachtscel terecht.
 - Geslachtscellen ontstaan door een speciale celdeling: de meiose.
 - Bij meiose worden de chromosomen verdeeld over de dochtercellen (geslachtscellen). Dit gebeurt willekeurig, waardoor bij geslachtscellen veel verschillende genotypen voorkomen.
- Bij geslachtelijke voortplanting versmelt de kern van een zaadcel met de kern van een eicel.
 - Welk genotype deze geslachtscellen hebben, is afhankelijk van het toeval.
 - Bij geslachtelijke voortplanting ontstaat variatie in genotypen.

BASIS 3

GENEN EN ALLELEN**6 Je kunt omschrijven wat genen en allelen zijn.**

- DNA is opgebouwd uit basenparen (A–T en C–G).
 - DNA-volgorde van een gen: de specifieke volgorde van de basen.
 - Hierdoor ontstaat een code met informatie.
 - Het DNA bevat informatie voor het maken van stoffen en voor celprocessen.
- Genen bevatten de informatie voor het maken van eiwitten.
 - De kleur, vorm en werking van je lichaam worden vooral geregeld door eiwitten.
 - De basenparen van een gen kunnen naast elkaar liggen of verdeeld zijn over een of meer chromosomen.
 - Voor alle eigenschappen zijn meerdere genen nodig.
 - Basenparen (stukjes DNA) kunnen deel uitmaken van meerdere genen.
- Allel: genvariant, de informatie in een gen op één chromosoom.
 - De twee allelen van een gen vormen een allelenpaar.

7 Je kunt omschrijven wat een mutatie is.

- Mutatie: een plotselinge verandering van het genotype.
 - Mutant: een organisme waarbij een mutatie in het fenotype zichtbaar is.
- Als een mutatie optreedt in een lichaamscel, heeft dit meestal geen gevolgen.
 - Het genotype van de andere lichaamscellen blijft ongewijzigd.
- Als een mutatie optreedt in een geslachtscel, kan dit wel een grote uitwerking hebben.
 - Is deze geslachtscel betrokken bij bevruchting, dan bevat elke lichaamscel van de nakomeling het gemuteerde gen.
- Mutaties komen vaker voor na blootstelling aan mutagene invloeden:
 - straling (bijv. radioactieve straling, röntgenstraling of uv-straling in zonlicht)
 - bepaalde chemische stoffen (bijv. stoffen in sigarettenrook, asbest)

8 Je kunt omschrijven wat kanker is.

- Ontstaan van kanker: ergens in het lichaam gaat een cel zich ongeremd delen.
 - Oorzaak: mutaties in genen die betrokken zijn bij het regelen van celdeling.
 - Er ontstaat een kwaadaardig gezwel (tumor) en de bouw van het weefsel wordt verstoord.
- Uitzaaiing: cellen van de tumor komen in het bloed of in de lymfe terecht.
 - Deze cellen veroorzaken in andere organen nieuwe tumoren.

BASIS 4

DE EVOLUTIETHEORIE

9 Je kunt de evolutietheorie beschrijven.

- Evolutie is de ontwikkeling van het leven op aarde waarbij soorten ontstaan, veranderen en/of verdwijnen.
 - De evolutietheorie gaat uit van een periode van miljoenen jaren, variatie in genotypen, natuurlijke selectie en het ontstaan van nieuwe soorten.
- In de natuur ontstaan voortdurend nieuwe genotypen (en fenotypen).
 - Variatie in genotypen ontstaat door geslachtelijke voortplanting en mutaties.
- Natuurlijke selectie:
 - Individuen met een betere aanpassing aan het milieu hebben een grotere overlevingskans.
 - Van organismen met een gunstig genotype blijven waarschijnlijk veel nakomelingen in leven, die zich kunnen voortplanten.
 - Soorten veranderen als door natuurlijke selectie organismen met een nieuwe, afwijkende vorm blijven voortbestaan en organismen met de oorspronkelijke vorm uitsterven.
- Het ontstaan van nieuwe soorten door isolatie:
 - Een groep organismen van één soort raakt geïsoleerd (gescheiden) van de rest van de soort.
 - Beide groepen ontwikkelen zich langdurig gescheiden in verschillende milieus.
 - Na verloop van tijd zijn er zoveel verschillen ontstaan dat organismen van de twee groepen zich niet meer onderling kunnen voortplanten. Er zijn twee soorten ontstaan.

BASIS 5

GESCHIEDENIS VAN HET LEVEN OP AARDE

10 Je kunt uitleggen hoe fossielen zijn ontstaan.

- Fossielen: versteende overblijfselen van organismen of afdrukken van organismen in gesteenten.
 - Fossielen ontstaan als resten van organismen van de lucht worden afgesloten door een laag zand of klei (sediment). Hierdoor vergaan de resten niet.
 - Harde delen van organismen fossiliseren beter dan zachte delen.
 - Uit gevonden fossielen blijkt dat in de loop van de evolutie soorten zijn ontstaan, veranderd en/of verdwenen.

11 Je kunt uitleggen dat soorten verwant zijn als ze een gemeenschappelijke voorouder hebben.

- In een geologische tijdschaal wordt de tijd sinds het ontstaan van de aarde weergegeven.
- Soorten vertonen verwantschap als ze een gemeenschappelijke voorouder bezitten.
 - Hoe langer geleden de gemeenschappelijke voorouder van twee soorten leefde, hoe minder ze verwant zijn.
- Overeenkomsten in DNA, eiwitten en fenotype:
 - Hoe meer DNA, eiwitten en fenotype van twee soorten overeenkomen, hoe aannemelijker het is dat deze soorten een gemeenschappelijke voorouder hebben.
- Overeenkomst in fenotypen:
 - Organen met verschillende functies kunnen veel overeenkomst in bouw vertonen. Bijv. de arm van een mens, de vleugel van een arend, de voorvin van een walrus.

- Rudimentaire organen of rudimenten: organen die (een deel van) hun functie verloren hebben en niet of nauwelijks tot ontwikkeling komen. Bijv. de staartwervels en de verstandskiezen bij de mens, poten bij een slang. Bij verwante soorten komen deze organen wel tot volledige ontwikkeling.
- Uit een stamboom van organismen is af te lezen:
 - waaruit groepen organismen zich hebben ontwikkeld;
 - welke groepen veel en welke weinig verwantschap vertonen.

BASIS 6

DNA-TECHNIEKEN

12 Je kunt enkele DNA-technieken in de biotechnologie beschrijven.

- Biotechnologie: verzamelnaam voor technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten te vervaardigen voor de mens.
- Genetische modificatie: de mens verandert de erfelijke eigenschappen van andere soorten organismen.
 - Een genetisch gemodificeerd organisme noem je transgeen.
- Recombinant-DNA-technieken: in het DNA van een organisme wordt nieuwe erfelijke informatie aangebracht (bijv. DNA afkomstig van een ander soort organisme).
 - De veranderde organismen kunnen voor de mens voedingsmiddelen, geneesmiddelen, hormonen of enzymen produceren. Bijv. bacteriën kunnen het hormoon insuline produceren, nadat het gen van de mens voor de productie van insuline is ingebracht in de bacteriën.
- Crispr-cas: gene editing met behulp van een verdedigingsmechanisme dat bacteriën heeft tegen virussen.
 - Een bacterie die een virusaanval overleeft, slaat het virus-DNA op.
 - Het enzym cas controleert de bacterie op de aanwezigheid van virus-DNA.
 - Als dit DNA wordt gevonden, knipt het enzym het in stukjes.
 - Gene editing met crispr-cas: cas vindt het stukje DNA dat moet worden gewijzigd en knipt dit eruit. De uiteinden worden aan elkaar gemaakt of er wordt een nieuw stukje DNA ingebouwd.
- Discussie: er zijn voor- en tegenstanders van genetische modificatie.
- Genomics: de studie van het gehele DNA van een organisme met alle genen die daarop liggen.
- DNA-tests zijn goedkoop, snel en nauwkeurig.
 - Toepassingen o.a. bij misdaadbestrijding, opsporen van fraude met vlees, opsporen van erfelijke ziekten, verwantschapsonderzoek.
- eDNA: environmental DNA.
 - Alle organismen laten DNA-sporen achter in hun omgeving.
- Synthetische biologie: biologisch materiaal kunstmatig namaken. Bijv. kunstmatig DNA, toepassingen in de toekomst zijn mogelijk opruimen van vervuiling, productie van biobrandstof, dataopslag.

EXTRA 7

TRANSCRIPTIE

13 Je kunt benoemen hoe transcriptie en eiwitsynthese plaatsvinden in de cel.

- Genen bevatten informatie voor het maken van eiwitten en het regelen van celprocessen.
 - Eiwitten bepalen voor een groot deel de kleur, vorm en werking van je lichaam.
- Genexpressie: een gen komt tot uiting in het fenotype.
 - Genen kunnen aan of uit staan, en hard of zacht staan.
 - De DNA-sequentie van een gen bevat het recept voor het maken van een eiwit.
- Eiwitsynthese: maken van een eiwit in de cel.
 - Transcriptie: de DNA-sequentie van een gen wordt afgelezen en gekopieerd.
 - Het gekopieerde stukje DNA heet RNA.
 - In een ander deel van de cel wordt met behulp van de informatie in het RNA een eiwit gemaakt.

14 Je kunt uitleggen dat de genetische variatie toeneemt door spontane mutaties.

- Tijdens het kopiëren van DNA ontstaan regelmatig fouten.
 - Als dit gebeurt in een geslachtscel die betrokken is bij de bevruchting, of in het embryo kort na de bevruchting, komt de mutatie in alle lichaamscellen van de nakomeling.
 - Door mutaties ontstaat variatie in genotypen en fenotypen.
 - Spontane (erfelijke) mutaties kunnen de overlevingskans van een organisme positief of negatief beïnvloeden.

EXTRA 8

DOMINANT EN RECESSIEF

15 Je kunt omschrijven wat homozygoot, heterozygoot, dominant en recessief betekenen.

- Homozygoot: het allelenpaar voor een eigenschap bestaat uit twee gelijke allelen.
- Heterozygoot: het allelenpaar voor een eigenschap bestaat uit twee ongelijke allelen.
- Dominant allel: een allel dat altijd tot uiting komt in het fenotype.
 - Een dominant allel wordt aangegeven met een hoofdletter.
 - Organismen waarbij een dominant allel tot uiting komt in het fenotype, kunnen homozygoot of heterozygoot zijn voor deze eigenschap.
- Recessief allel: een allel dat alleen tot uiting komt in het fenotype als er geen dominant allel aanwezig is.
 - Een recessief allel wordt aangegeven met een kleine letter.
 - Organismen waarbij een recessief allel tot uiting komt in het fenotype, zijn homozygoot voor deze eigenschap.

ONDERZOEK

LEREN ONDERZOEKEN & PRACTICA

16 Je kunt een onderzoek mondeling presenteren.

 Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.

6

Ecologie en duurzaamheid

Organismen leven in relatie met hun omgeving. Ze hebben voedingsstoffen nodig en veel organismen dienen zelf weer als voedsel voor andere organismen. Uiteindelijk gaan alle organismen dood. De stoffen waaruit ze bestaan, worden dan opnieuw gebruikt.

BASISSTOF

1	Organismen en hun omgeving	180
2	Voedselrelaties en kringlopen	190
3	Samenleven	200
4	Natuurbeheer	207
5	Mens en milieu	216
6	Duurzaamheid	226
	Samenhang	236
	<i>Glasaalsmokkelaars gesnapt</i>	

EXTRA STOF

7	Energiestroom in een ecosysteem	239
8	Voedselproductie	242

ONDERZOEK

	Leren onderzoeken	248
	Practica	254

AFSLUITING

	Samenvatting	264
	Diagnostische toets	





1 Organismen en hun omgeving

LEERDOELEN

6.1.1 Je kunt de invloeden op organismen indelen in biotische en abiotische factoren.

► Leren onderzoeken 1

6.1.2 Je kunt de niveaus van de ecologie beschrijven.

► Practicum 1

6.1.3 Je kunt in een ecosysteem de voedselrelaties aangeven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	6.1.1	6.1.2	6.1.3
Onthouden	1abe	2cd	3ab, 4ab
Begrijpen	1cd, 5, 6a	2ab, 5, 11b	3cde, 4c, 5
Toepassen	6b, 11a	7, 11c	8, 9, 10, 11de
Analyseren	6c		

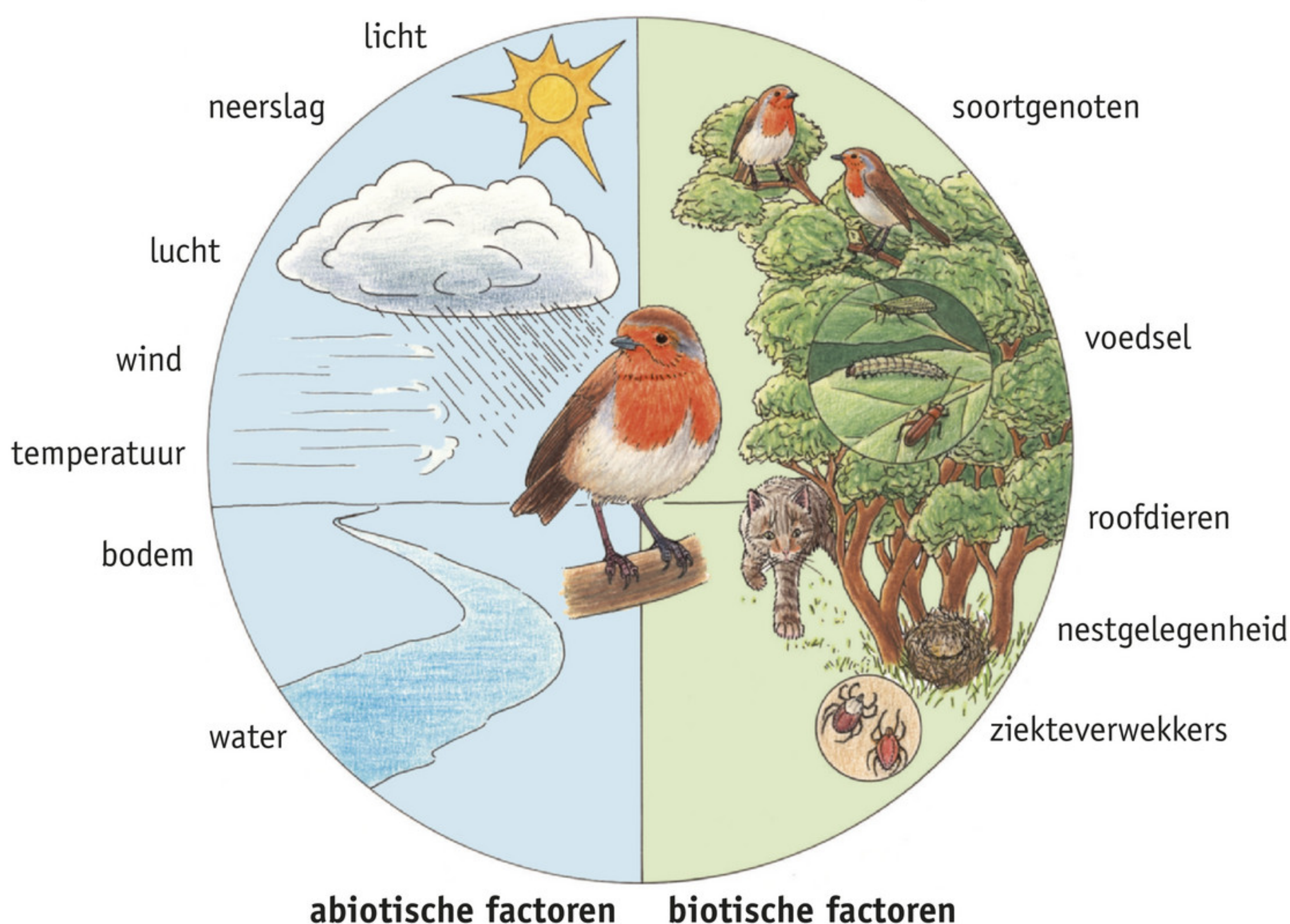
Elk organisme is afhankelijk van zijn omgeving. Die omgeving bestaat uit andere organismen, maar ook uit levenloze factoren, zoals licht, water en lucht. Veel organismen leven samen in groepen.

MILIEU

Het **milieu** (de leefomgeving) heeft invloed op organismen. Maar organismen beïnvloeden ook hun milieu. Planten geven bijvoorbeeld zuurstof af aan het milieu en regenwormen maken gangen waardoor de bodem luchtiger wordt. Het deel van de biologie dat de relaties (betrekkingen) tussen organismen en hun milieu onderzoekt, heet **ecologie**.

Invloeden van de levende natuur noem je **biotische factoren**. Deze invloeden zijn afkomstig van andere organismen. Invloeden die afkomstig zijn van de levenloze natuur noem je **abiotische factoren**. In afbeelding 1 zie je biotische en abiotische factoren die van invloed zijn op een roodborstje.

Afb. 1 Biotische en abiotische factoren voor een roodborstje.



DE NIVEAUS VAN DE ECOLOGIE

Biologen bestuderen het leven op verschillende niveaus, zoals een cel, een orgaan en een organisme. Ook in de relaties die ecologen onderzoeken, zijn er verschillende **niveaus** (zie afbeelding 2).

Je kunt de relaties tussen één **individu** (een organisme) en het milieu onderzoeken, bijvoorbeeld de invloed van de temperatuur op de groei van één olifant.

Afb. 2 De niveaus van de biologie.



Biosfeer: aarde
Het gebied van de aarde (water, bodem en dampkring) waarin leven mogelijk is.



Ecosysteem: Hoge Veluwe
Gebied waarbinnen de biotische en abiotische factoren een eenheid vormen.



Individu: wild zwijn
Organisme, één levend wezen.



Populatie: wilde zwijnen
Een groep organismen van dezelfde soort die in een gebied samenleven.



Levensgemeenschap: wilde zwijnen, herten, dassen, eiken, enz.
Alle populaties in een gebied.

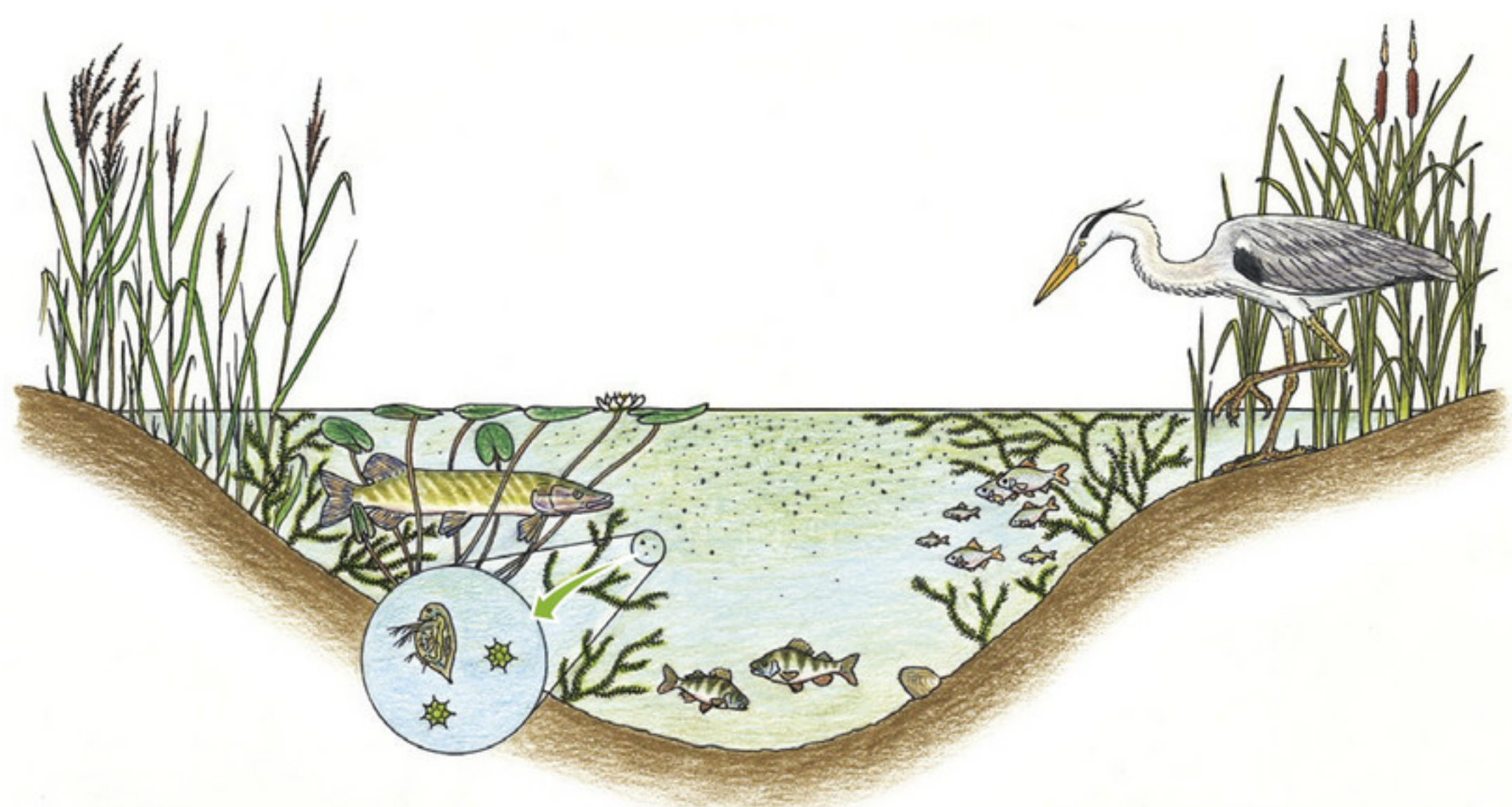
Een **populatie** is een groep individuen van dezelfde soort in een bepaald gebied, die zich onderling voortplanten. Een voorbeeld van een relatie tussen een populatie en het milieu is de invloed van de hoeveelheid regen op een populatie olifanten.

In een gebied leven populaties van verschillende soorten. Deze populaties vormen samen een **levensgemeenschap**. De levensgemeenschap in een bos kan bestaan uit populaties van eiken, beuken, adelaarsvarens, regenwormen, spitsmuizen, koolmezen, vossen en nog veel meer soorten. Alle populaties in een bos beïnvloeden elkaar. Ook de abiotische factoren, zoals temperatuur, water en soort bodem, hebben veel invloed in een bos. Alle abiotische factoren in een bepaald gebied samen noem je de **biotoop**.

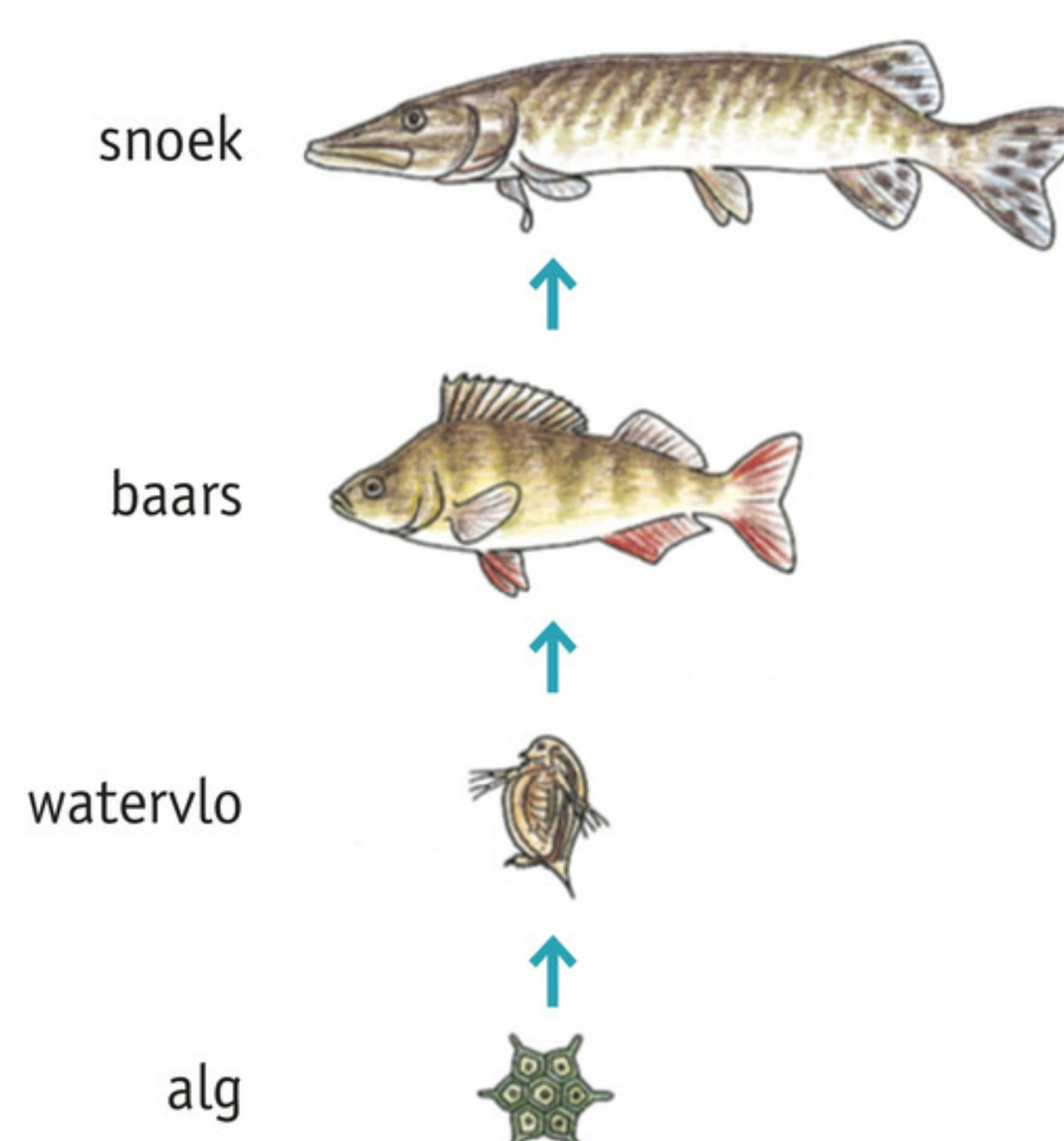
In een bos vormen de levensgemeenschap en de biotoop samen een eenheid: het **ecosysteem**. Een ecosysteem is een gebied waarbinnen de biotische en de abiotische factoren een eenheid vormen. Voorbeelden van ecosystemen zijn een duingebied, een bos, een sloot en een weiland.

Alle ecosystemen samen vormen de **biosfeer**. De biosfeer is het deel in, op en rond de aarde waar leven mogelijk is.

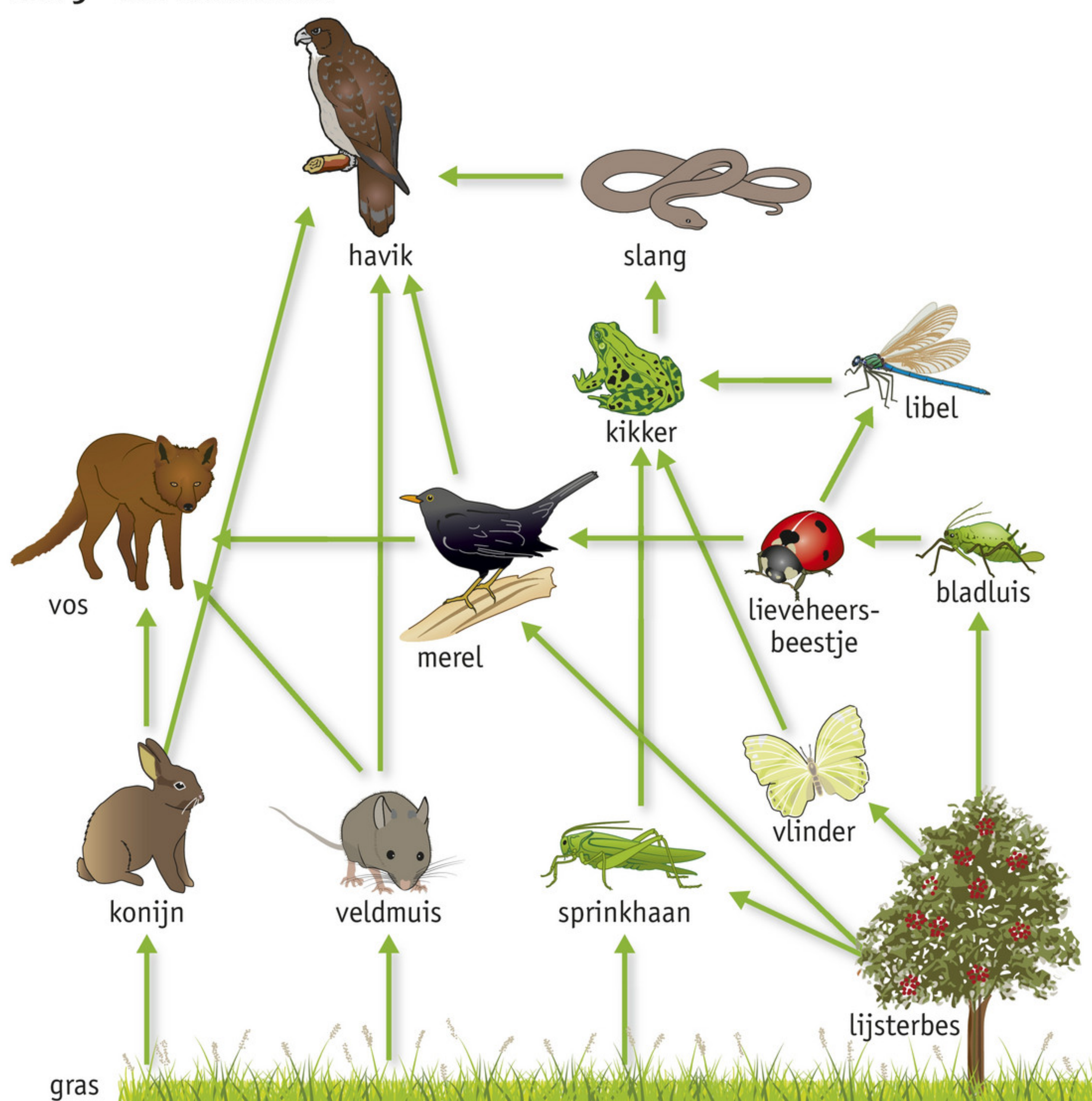
Afb. 3 Een meertje.



Afb. 4 Een voedselketen.



Afb. 5 Een voedselweb.



VOEDSELKETEN

In afbeelding 3 zie je een meer met enkele organismen. In de uitvergroting zie je een watervlo. Watervlooien zijn planteneters. Ze eten algen. Je ziet ook baarzen. Baarzen eten watervlooien. Het zijn vleeseters. Je ziet ook een snoek. Snoeken eten onder andere baarzen.

Alg, watervlo, baars en snoek vormen een **voedselketen** (zie afbeelding 4). Een voedselketen is een reeks soorten waarbij elke soort een voedselbron is voor de volgende soort. Elke voedselbron noem je een **schakel** in de voedselketen. In afbeelding 4 is de eerste schakel een plantensoort. Vrijwel alle voedselketens beginnen met een plantensoort. Vervolgens gaat er een pijl naar de tweede schakel: een watervlo (een planteneter). Van de planteneter gaat een pijl naar de derde schakel: een baars (een vleeseter). De tweede, derde en verdere schakels kunnen ook alleseters zijn.

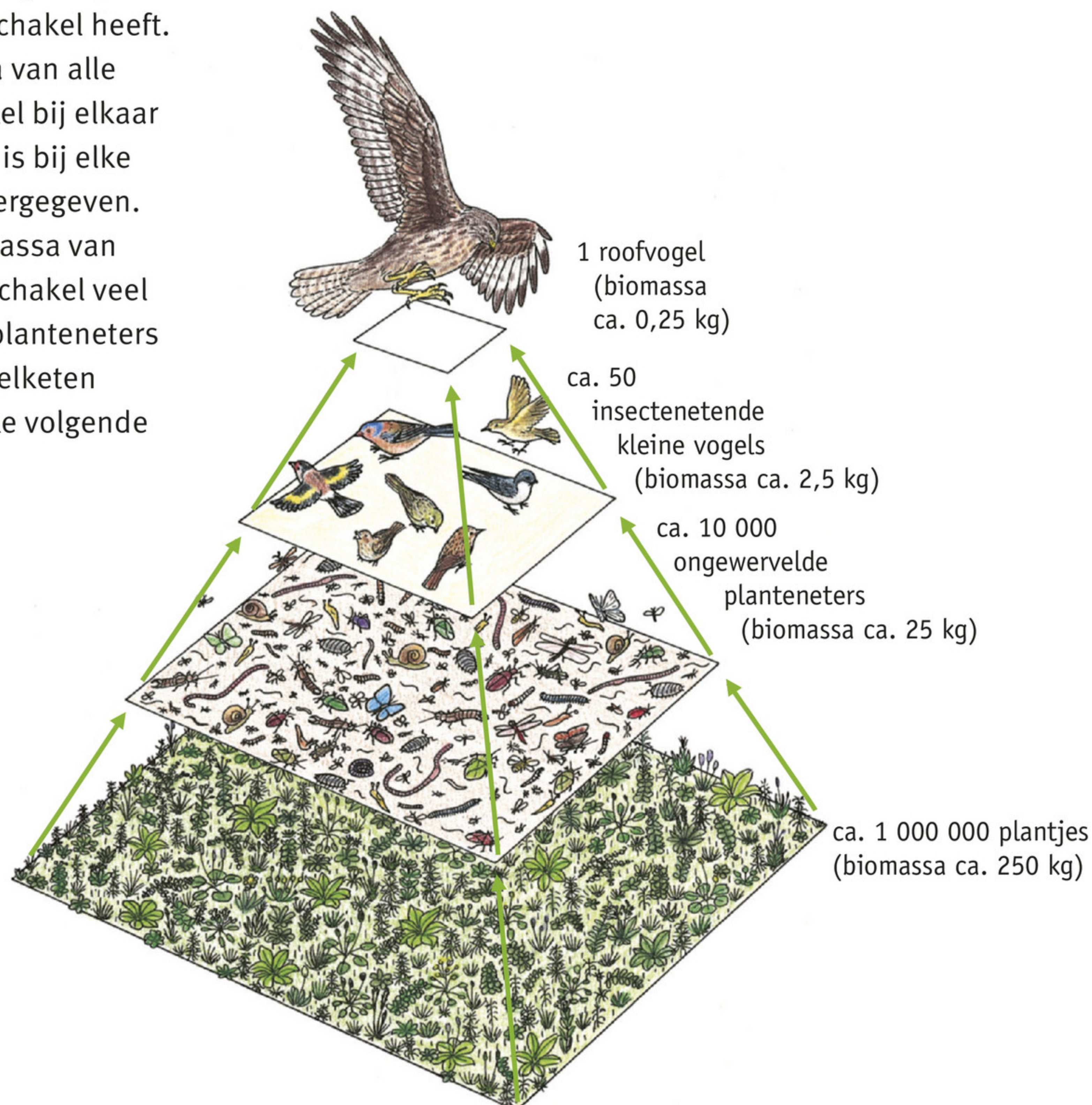
In werkelijkheid is er in een ecosysteem nooit maar één voedselketen. Elke soort kan het voedsel zijn voor vele andere soorten. In een ecosysteem lopen dan ook meerdere voedselketens door elkaar. Het geheel van voedselrelaties in een ecosysteem noem je een **voedselweb** (ook wel **voedselnet** genoemd). In afbeelding 5 is een voedselweb weergegeven. In een voedselweb komen behalve planteneters en vleeseters ook alleseters voor. Een voedselweb bestaat uit levende organismen.

BIOMASSA

Elk organisme bestaat uit veel verschillende stoffen. Sommige van die stoffen zijn energierijk, zoals koolhydraten, eiwitten en vetten. De totale hoeveelheid energierijke stoffen in een organisme noem je de **biomassa** van dat organisme.

Van een voedselketen kun je nagaan hoeveel biomassa elke schakel heeft. Je moet dan de biomassa van alle organismen in een schakel bij elkaar optellen. In afbeelding 6 is bij elke schakel de biomassa weergegeven. Je ziet dat de totale biomassa van de planten in de eerste schakel veel groter is dan die van de planteneters daarboven. In een voedselketen wordt de biomassa in elke volgende schakel kleiner.

Afb. 6 Piramide van biomassa.



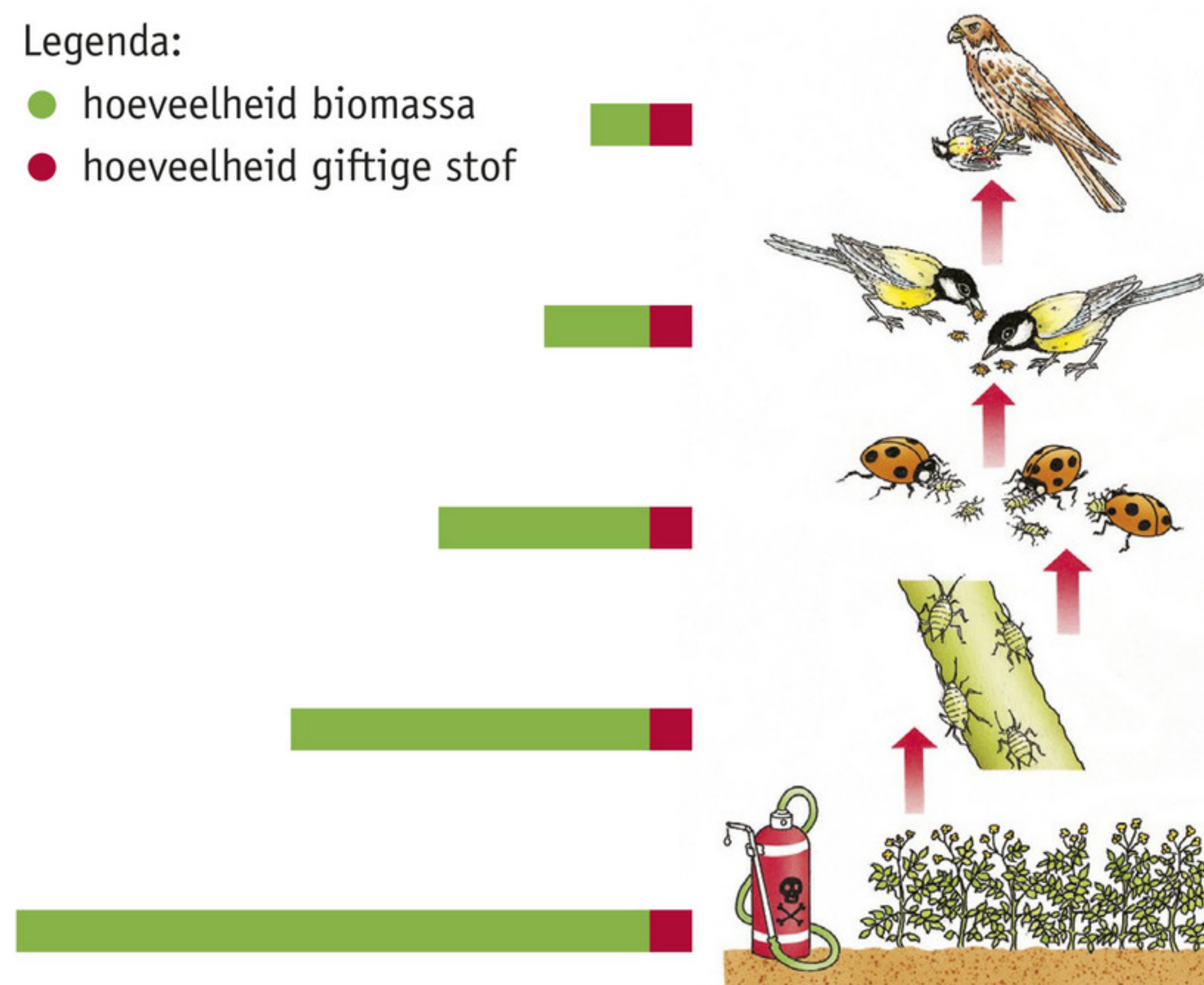
ACCUMULATIE

Planten nemen stoffen op uit hun omgeving, bijvoorbeeld mineralen en koolstofdioxide. Die stoffen zijn nuttig voor de plant. Maar planten nemen ook stoffen op die ze niet nodig hebben, bijvoorbeeld zware metalen. Dat is een verzamelnaam voor metalen als cadmium, kwik, lood, arseen en tin. Zware metalen zijn **giftig** (schadelijk voor organismen). Ze komen in het milieu terecht door de industrie, door uitlaatgassen van auto's en door verbranding van kolen en afval.

Een plant kan de zware metalen niet gebruiken en hij kan ze ook niet kwijtraken. Daardoor blijven deze stoffen in de plantencellen zitten en komen ze in de voedselketen terecht. Als een dier de plant eet, komen de stoffen in het dier. Bij dieren worden zware metalen opgeslagen in het vetweefsel. Zo kunnen ze weer worden doorgegeven aan de volgende schakel in de voedselketen. Op deze manier hopen de giftige stoffen zich op in dieren aan het eind van een voedselketen (zie afbeelding 7). Dat noem je opeenhoping of **accumulatie**. Dezelfde hoeveelheid zware metalen komt in een steeds kleinere hoeveelheid biomassa terecht. Dieren aan het eind van de voedselketen hebben daardoor een grotere kans om dood te gaan door de zware metalen.

Niet alleen zware metalen hopen zich op in de voedselketen. Ook chemische middelen uit de landbouw worden doorgegeven in een voedselketen. Door allerlei maatregelen van de regering komen er steeds minder zware metalen en giftige stoffen in het milieu terecht.

Afb. 7 Accumulatie van giftige stoffen in een voedselketen.



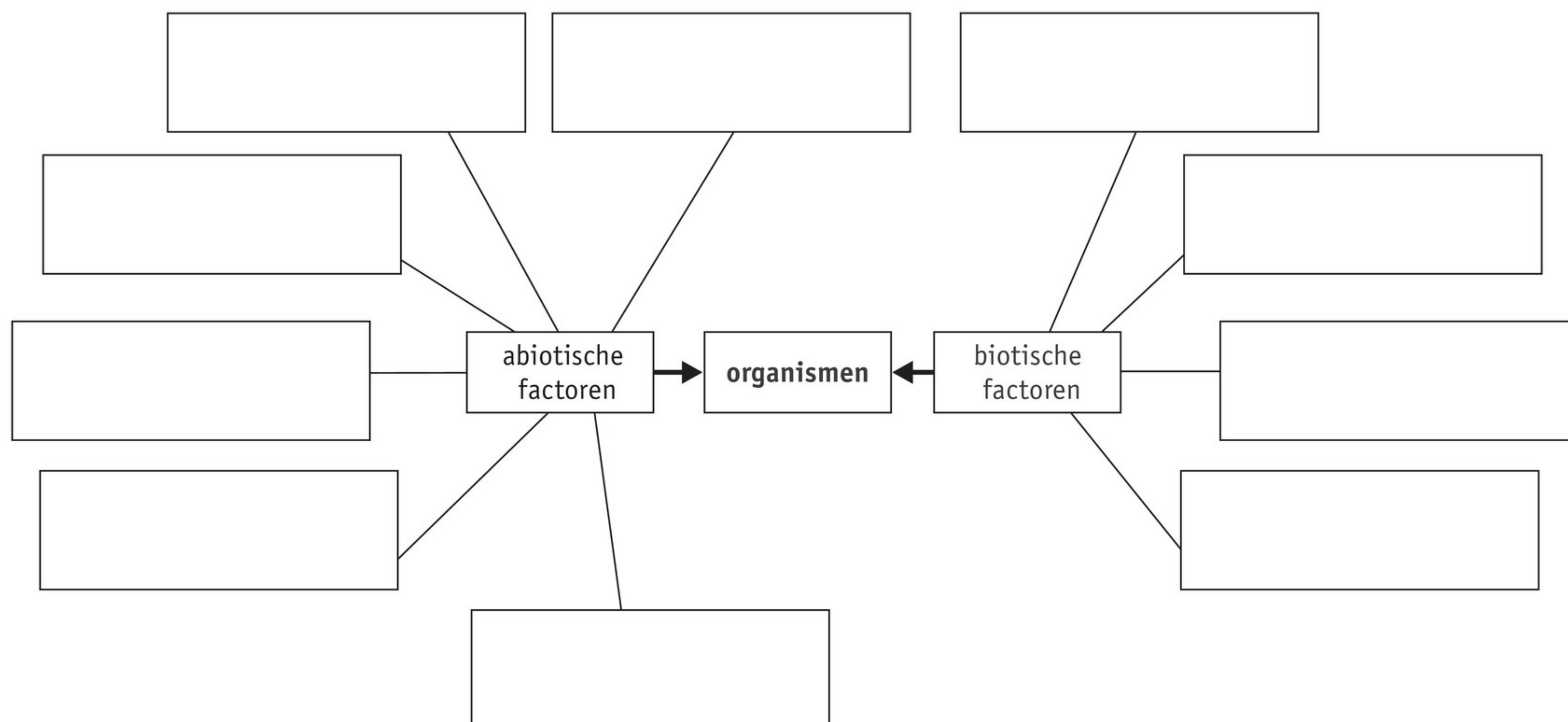
KENNIS

1

Het milieu heeft invloed op organismen.

- Wat is een ander woord voor milieu?
- Wat bestudeert de ecologie?
- Algen zijn in een rivier een *abiotische* / *biotische* factor.
- Zuurstof is voor vissen een *abiotische* / *biotische* factor.
- Vul het schema van afbeelding 8 in. Gebruik daarbij: *bodem* – *licht* – *roofdieren* – *soortgenoten* – *temperatuur* – *voedsel* – *water* – *ziekteverwekkers* – *zuurstof*.

Afb. 8



2

a Waaruit bestaat een biotoop?

b Behoort een wolf tot:

- een ecosysteem? *ja / nee*
- een biotoop? *ja / nee*
- een levensgemeenschap? *ja / nee*

c Combineer elk niveau van de ecologie met de juiste omschrijving.

- | | | |
|--------------|-----------------------|---|
| A biosfeer | ☐ | ☐ 1 een bepaald gebied met alle erin levende organismen, waarbinnen de biotische en de abiotische factoren een eenheid vormen |
| B ecosysteem | ☐ | ☐ 2 een groep organismen van dezelfde soort die in een gebied met elkaar samenleven |
| C organisme | ☐ | ☐ 3 een levend wezen |
| D populatie | ☐ | ☐ 4 het deel van de aarde (en de lucht eromheen) waar leven mogelijk is |

d Zet de niveaus van de ecologie in de juiste volgorde van klein naar groot.

- biosfeer
- ecosysteem
- individu
- levensgemeenschap
- populatie

3

- a Wat is het verschil tussen een voedselketen en een voedselweb?
- b Waarmee begint een voedselketen?
- c In het voedselweb in afbeelding 5 kun je verschillende voedselketens onderscheiden. De kortste voedselketen bestaat uit drie schakels, de langste uit zeven schakels. Noteer twee voedselketens die uit drie schakels bestaan.
- d Noteer de voedselketen van afbeelding 5 die uit zeven schakels bestaat.
- e Welk dier in afbeelding 5 is een alleseter? Leg je antwoord uit.

4

- a Wat is biomassa?
- b Noteer drie groepen energierijke stoffen.
- c Een voedselketen in de veeteelt bestaat uit drie schakels: gras → koe → mens.
 - De grootste hoeveelheid energierijke stoffen vind je in de schakel *gras / koe / mens*.
 - De kleinste hoeveelheid energierijke stoffen vind je in de schakel *gras / koe / mens*.

5



Samenvatting

Biotische en abiotische factoren

Biotische factoren:

Abiotische factoren:

Voorbeelden van abiotische factoren:

Niveaus van de ecologie

- Organisme:
-
-
-
-
-
- Biosfeer:

Voedselrelaties

Voedselketen:

Eerste schakel in een voedselketen:

Voedselweb:

Accumulatie:

INZICHT

6

Na een regenbui zie je vaak regenwormen uit de grond kruipen. Het milieu (de regen) heeft invloed op de regenworm.

- a** Regenwormen kruipen uit de grond als gevolg van een verandering in een *abiotische / biotische* factor.
- b** Een regenworm heeft ook invloed op het milieu.
Geef hiervan een voorbeeld.
- c** Sommige ecologen vermoeden dat regenwormen door de trillingen van de regendruppels denken dat er een mol aankomt. Mollen zijn natuurlijke vijanden van regenwormen.

Als de theorie van de ecologen klopt, is het vluchten van de regenwormen dan een gevolg van een verandering in een abiotische factor, in een biotische factor of in beide? Leg je antwoord uit.

7

In het Texelse duingebied komt een aantal meertjes voor (zie afbeelding 9). Hierin leven onder andere algen, stekelbaarsjes, waterkevers, waterplanten en watervlooien.

- Maken de organismen in één meertje deel uit van dezelfde populatie? *ja / nee*
- Maken de organismen in één meertje deel uit van dezelfde levensgemeenschap? *ja / nee*
- Is één zo'n meertje een ecosysteem? *ja / nee*
- Is het Texelse duingebied een ecosysteem? *ja / nee*

Afb. 9 Texels duingebied met meertjes.



8

- a** Een weiland levert ongeveer 10 000 kg gras per jaar op.
Kunnen koeien samen per jaar 10 000 kg zwaarder worden, als ze alleen van het gras van dit weiland leven? Leg je antwoord uit.
- b** In arme landen moeten mensen vaak leven van een klein stukje vruchtbare grond.
Hoe kunnen ze het meeste voedsel van hun stukje grond krijgen?
 - ☐ A door er gewassen op te verbouwen
 - ☐ B door er vee op te laten grazen
 - ☐ C door er gewassen op te verbouwen én er vee op te laten grazen
- c** Volgens een rapport van de Verenigde Naties waren er in 2017 wereldwijd 821 miljoen mensen die te weinig te eten hebben.
Sommige mensen stellen dat er geen honger hoeft te zijn als iedereen vegetariër zou worden. Leg dat uit.

9

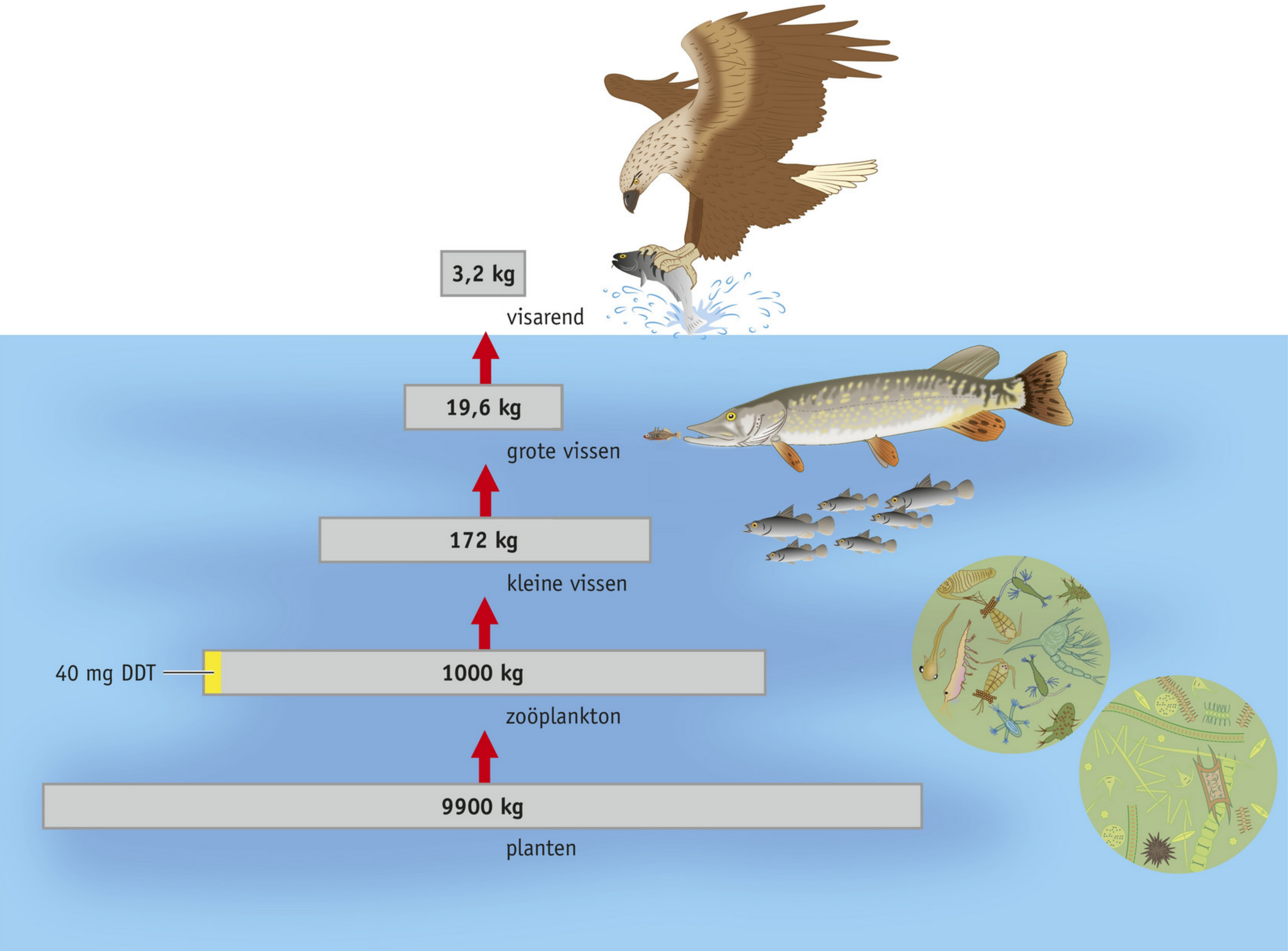
In afbeelding 10 zie je een voedselketen in zee. Van elke schakel is de biomassa aangegeven. Bij een onderzoek naar de hoeveelheid DDT (een landbouwgif) is gebleken dat in de schakel van het zoöplankton per 1000 kg zoöplankton 40 mg DDT voorkomt.

- a
- Noteer bij elke schakel in kolom 3 van de tabel hoeveel milligram DDT er in totaal in die schakel voorkomt.
 - Bereken voor elke schakel de concentratie DDT per kilogram biomassa. Noteer dit in kolom 4.

	Biomassa	Totale hoeveelheid DDT (in mg)	DDT per kg biomassa (in mg)
Visarend	3 kg		
Grote vissen	20 kg		
Kleine vissen	175 kg		
Zoöplankton	1000 kg	40	
Planten	10 000 kg		

- b
- In de jaren tachtig van de vorige eeuw stierven veel zeevogels. Ook dreigden de zeehonden in de Waddenzee uit te sterven. Doodsoorzaak was een zeer hoog gehalte aan diverse giftige stoffen in het lichaam, zoals pcb's (stoffen uit plastics en elektronische apparatuur), DDT en kwik.
- Leg uit waarom juist zeevogels en zeehonden stierven als gevolg van deze gifstoffen.

Afb. 10 Voedselketen in zee.



+ 10

- a In een voedselketen wordt de biomassa in elke volgende schakel kleiner. Leg uit hoe dat komt.
- b In afbeelding 6 wordt ook het aantal organismen in elke schakel kleiner. Is dat altijd zo in een voedselketen? Leg je antwoord uit.

SAMENHANG leefwereld

VELUWS WOLVENPAAR VORMT GEZIN

Op de Veluwe heeft een wolvenpaar een gezin gevormd. In juni 2019 waren er in elk geval drie jonge wolfjes. En er is kans dat er veel meer komen. Voedsel is er in overvloed. De wolven houden zich in leven met hun voorkeursprooien: reeën, zwijnen, herten, moeflons en ander wild. Een gebrek aan leefruimte of water kan de groei van het aantal wolven afremmen. Wolvenroedels hebben zo'n 200 km² leefruimte nodig. De Veluwe is ongeveer 1000 km² groot, dus er zouden vier tot vijf roedels kunnen leven.

Omdat wolven bovenaan de voedselketen staan, kunnen ze ervoor zorgen dat de aantallen wilde dieren niet te groot worden. Ook kan de begroeiing van natuurgebieden afwisselender worden, doordat grazende hoefdieren gebieden gaan mijden vanwege de wolf. Maar er zijn ook mogelijke ecologische bedreigingen. Het aantal moeflons kan sterk dalen. Dit is het enige dier dat grove dennen eet en dat er al ruim een eeuw voor zorgt dat open gebieden niet dichtgroeien. Verdwijnt de moeflon, dan vermindert ook de biodiversiteit.

Schapenhouders maken zich ook zorgen. In 2016 was er nog geen schaap doodgebeten. In 2017 waren het er 20 en in 2018 waren er al meer dan 130 doodgebeten schapen. Mensen zullen volgens deskundigen niet worden aangevallen, want wolven weten niet dat mensen voedsel kunnen zijn.

Afb. 11 Een wolf met jongen.



11

Lees de tekst 'Veluws wolvenpaar vormt gezin'.

- a Markeer in de tekst de *biotische* factor(en) die de wolf beïnvloeden en onderstreep de *abiotische* factor(en) die de wolf beïnvloeden.
- b Een roedel wolven is een *biotoop* / *ecosysteem* / *levensgemeenschap* / *populatie*.
- c Welke dieren en planten die zijn genoemd in de tekst, behoren tot de levensgemeenschap van de wolven?
- d Maak aan de hand van de gegevens in de tekst een voedselweb.

- e In natuurgebieden worden tegenwoordig nogal eens giftige chemicaliën gedumpt, zoals drugsafval. Welke invloed kan zo'n dumping hebben op het voedselweb in vraag d?

2 Voedselrelaties en kringlopen

LEERDOELEN

6.2.4 Je kunt de groepen organismen in de kringloop van stoffen beschrijven.

6.2.5 Je kunt de kringlopen van water en van koolstof beschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	6.2.4	6.2.5	6.1.1*	2.1.2**	2.2.3**
Onthouden	1abcd	2ab			
Begrijpen	1e, 2e, 4	2cde, 3, 4, 10a			
Toepassen	5ab, 6, 10b	7, 8	10b		
Analyseren	5c, 9, 10ce	9, 10d		9	10d

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

** Dit leerdoel vind je in een ander thema.

Als een organisme wordt opgegeten, komen de energierijke stoffen terecht in de volgende schakel van de voedselketen. In een ecosysteem doorloopt elke stof een kringloop.

PRODUCENTEN, CONSUMENTEN EN REDUCENTEN

In planten vindt fotosynthese plaats. Je kunt de fotosynthese weergeven in een vergelijking:

water + koolstofdioxide + licht → glucose + zuurstof

De glucose die bij de fotosynthese ontstaat, gebruikt de plant om de stoffen te maken waaruit hij zelf bestaat. Hiervoor heeft de plant ook mineralen (voedingsstoffen uit de bodem) nodig. Planten maken (produceren) het voedsel voor alle andere organismen. Je noemt planten daarom **producenten**. Producenten vormen altijd de eerste schakel in een voedselketen.

Dieren eten (consumeren) de stoffen die door planten zijn gemaakt. Dieren noem je daarom **consumenten**. Dieren bevinden zich in de tweede en volgende schakels van een voedselketen. Plantenetters vormen de tweede schakel in een voedselketen, in de derde en volgende schakels komen de vleeseters. In een voedselketen worden de producenten gegeten door **consumenten van de eerste orde**. Zij worden op hun beurt gegeten door **consumenten van de tweede orde**, enzovoort.

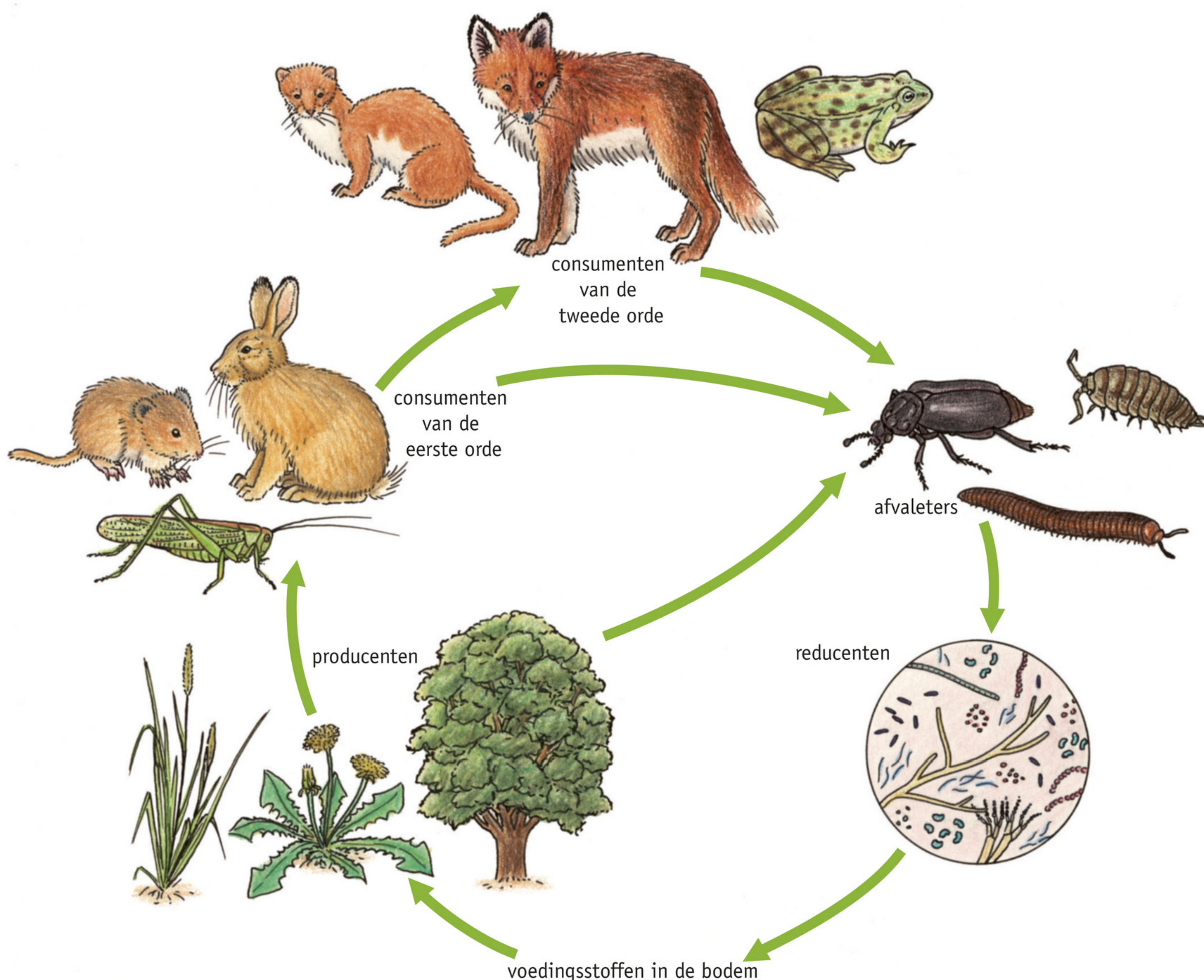
Afb. 1 Afvaleters.



Niet alle planten en dieren worden gegeten. Ze kunnen ook gewoon doodgaan. De dode resten van planten en dieren worden als voedsel gebruikt door **afvaleters** (zie afbeelding 1). De resten die de afvaleters achterlaten, worden verder afgebroken (gereduceerd) door bacteriën en schimmels. Je noemt bacteriën en schimmels daarom **reducenten**.

In de natuur maken alle stoffen een **kringloop** door (zie afbeelding 2). Reducenten zetten de stoffen uit de dode resten van organismen om in koolstofdioxide, mineralen en water. Koolstofdioxide en water kunnen weer door producenten worden opgenomen en bij de fotosynthese worden gebruikt. Ook de mineralen kunnen weer door producenten worden opgenomen. Stoffen van planten komen dus via dieren, afvaleters, bacteriën en schimmels uiteindelijk weer bij planten terecht.

Afb. 2 De kringloop van stoffen.

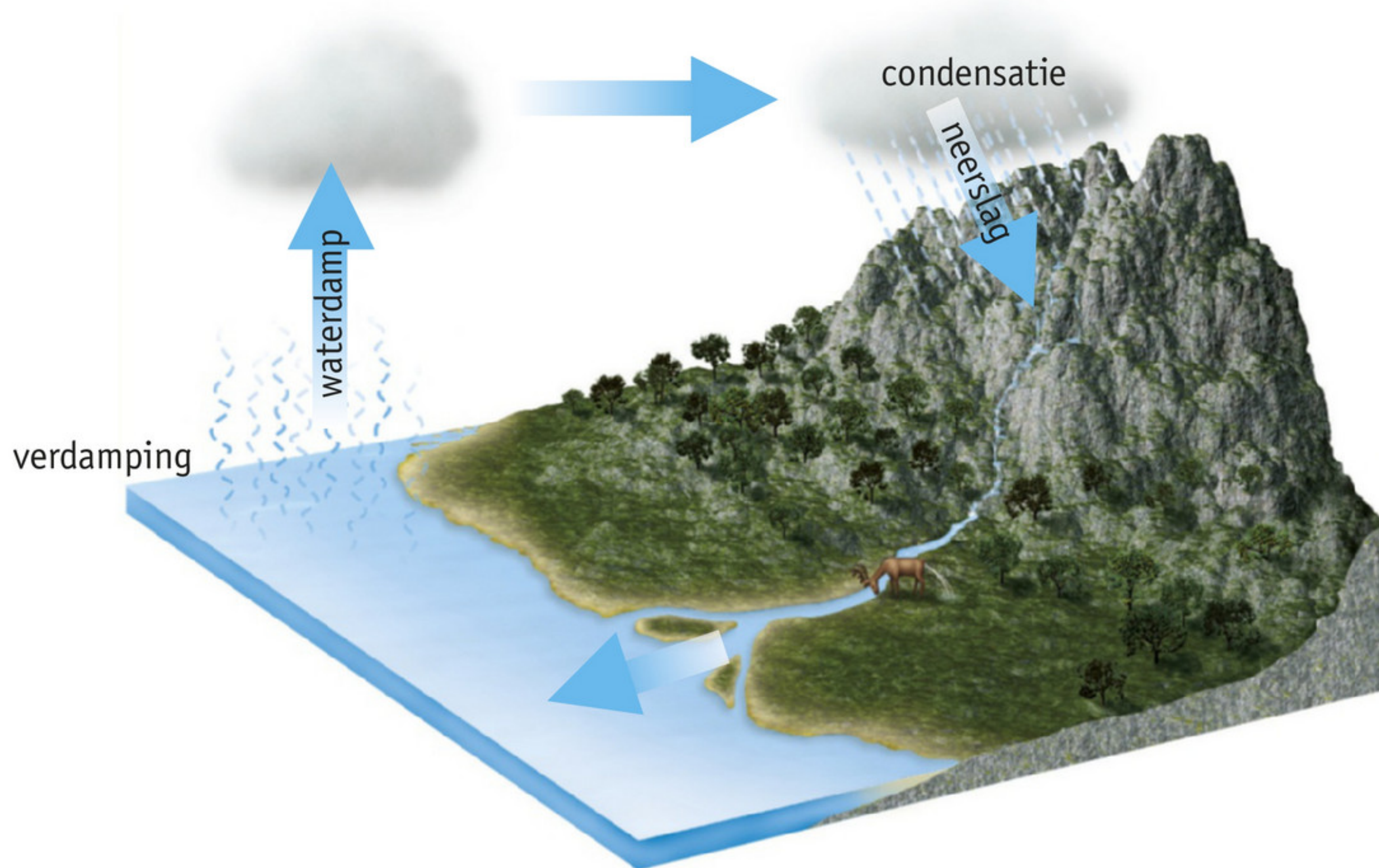


DE KRINGLOOP VAN WATER

Alle organismen hebben water nodig om te kunnen leven. Je krijgt water binnen als je drinkt of eet. Water verlaat je lichaam met de urine, met zweet of door uitademen. In de natuur doorloopt water een kringloop (zie afbeelding 3). Het meeste water bevindt zich in de oceanen en zeeën. Samen bedekken deze ongeveer 75% van het aardoppervlak.

In de oceanen en zeeën vindt verdamping van water plaats, vooral als het warm is. Deze waterdamp stijgt op. Hoog in de lucht wordt het kouder, waardoor de waterdamp condenseert (kleine druppels vormt). Zo ontstaan wolken. Als de druppels in de wolken groter worden, gaat het regenen. Door neerslag (regen, sneeuw of hagel) keert het water dat is verdampt uit de oceanen en zeeën terug op het aardoppervlak. Het water verzamelt zich in rivieren en stroomt terug naar de oceanen en zeeën.

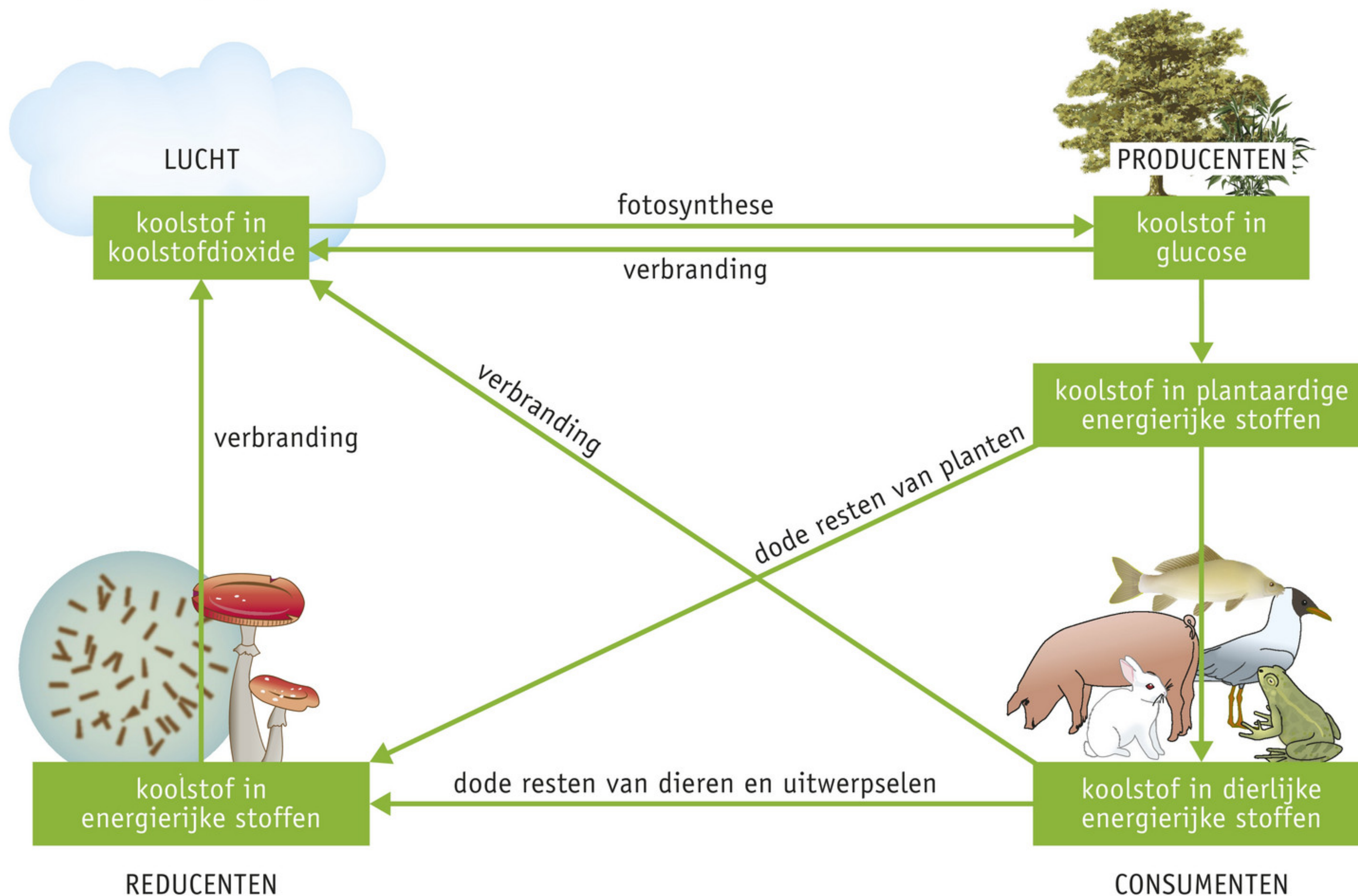
Afb. 3 De kringloop van water.



DE KRINGLOOP VAN KOOLSTOF

In afbeelding 4 is de kringloop van koolstof weergegeven. In deze afbeelding zie je in welke vorm koolstof voorkomt in de lucht, in planten, in dieren en in bacteriën en schimmels. In de lucht komt koolstofdioxide voor. Koolstofdioxide bestaat uit deeltjes zuurstof en deeltjes koolstof. Planten nemen koolstofdioxide op uit de lucht. Bij de fotosynthese maken ze hiermee glucose en zuurstof. De koolstof uit het koolstofdioxide wordt dan opgenomen in glucose.

Afb. 4 De kringloop van koolstof.



Glucose is een energierijke stof die in je lichaam als brandstof wordt verbruikt. De energie in de glucose komt dan vrij. Ook planten gebruiken een deel van de glucose die ze vormen als brandstof. In cellen zonder bladgroen en in het donker wordt glucose verbrand om energie vrij te maken. Hierbij ontstaat koolstofdioxide, dat de planten afgeven aan de lucht. Een ander deel van de gevormde glucose gebruikt de plant om allerlei andere energierijke stoffen te maken (eiwitten, koolhydraten en vetten). De koolstofdeeltjes komen zo terecht in energierijke plantaardige stoffen.

Als een plant door een dier wordt gegeten, komen de energierijke stoffen uit de planten in het dier terecht. Een deel van deze stoffen dient als brandstof in de cellen van het lichaam van dieren. Hierbij ontstaat ook koolstofdioxide, dat aan de lucht wordt afgegeven. Een ander deel van de energierijke stoffen dient als bouwstof. De koolstof komt nu voor in de energierijke stoffen van dieren (eiwitten, koolhydraten en vetten). Het restant van de plantaardige stoffen wordt niet verteerd; dit deel verlaat het lichaam van het dier met de uitwerpselen.

Een dier kan op zijn beurt worden gegeten door een ander dier of door een mens. Zo kan de koolstof van het ene organisme terechtkomen in het andere organisme.

Planten en dieren sterven ook zonder te worden gegeten. De stoffen in de dode resten van organismen en in de uitwerpselen van dieren worden opgenomen door reducenten. De bacteriën en schimmels verbruiken het grootste deel van de opgenomen energierijke stoffen als brandstoffen bij de verbranding. Hierbij ontstaat weer koolstofdioxide, dat aan de lucht wordt afgegeven.

WEL EN NIET AFBREEKBAAR

Reducenten breken de dode resten en uitwerpselen van planten en dieren af. Dat noem je biologische afbraak. Het afval van planten en dieren is **biologisch afbreekbaar** (zie afbeelding 5.1).

De mens maakt producten van delen van planten of dieren. Afval dat afkomstig is van deze producten, is ook biologisch afbreekbaar. Voorbeelden van zulk afval zijn broodkorsten en papier.

Mensen maken ook producten van glas, metaal en steen. Afval van deze producten is niet biologisch afbreekbaar. Je noemt het **niet-biologisch afbreekbaar afval** (zie afbeelding 5.2). Ook kunststoffen, die worden gemaakt van aardolie, zijn niet biologisch afbreekbaar.

Afb. 5 Afval.



1 biologisch afbreekbaar



2 niet biologisch afbreekbaar

PLASTICSOEP

Jaarlijks komt vijf tot twaalf miljoen ton plastic in zee terecht (zie afbeelding 6.1). Producten van kunststof blijven jarenlang bestaan. Sommige kunststoffen verbrekken na verloop van tijd tot kleinere stukjes (zie afbeelding 6.2). In de grote oceanen drijven eilanden van plasticafval zo groot als Frankrijk, sommige nog veel groter. Dat wordt de **plasticsoep** genoemd. Een deel van dit afval is goed zichtbaar, maar de kleinste stukjes kunststof zijn niet meer te zien. Dat komt doordat de kunststof onder invloed van zonlicht en golven uiteenvalt in microscopisch kleine deeltjes (microplastic). Krabben, vissen en andere dieren zien het plastic aan voor voedsel en eten het op. Op deze manier komen deeltjes plastic in de voedselketen terecht. Uiteindelijk bereikt het plastic via de voedselketen roofvissen, vogels en zeehonden. De accumulatie leidt onder andere tot vergiftiging en verstoring van de hormoonhuishouding. Via schelpdieren en vissen komt het plastic ook in het lichaam van mensen terecht.

Afb. 6 Jaarlijks komen miljoenen tonnen plastic in zee terecht.



1 plasticsoep



2 Eén kilogram Noordzeestrand bevat zo'n 150 deeltjes plastic.

KENNIS

1

- a Welke twee stoffen heeft een plant nodig om de stoffen te maken waaruit hij zelf bestaat?
- b
 - Afvaleters zijn *consumenten* / *producenten* / *reducenten*.
 - Dieren zijn *consumenten* / *producenten* / *reducenten*.
 - Planten zijn *consumenten* / *producenten* / *reducenten*.
- c Welke organismen zijn *reducenten*?
- d
 - Een vleeseter kan voorkomen in de *eerste* / *tweede* / *derde en hogere* schakel van een voedselketen.
 - Planteneters kunnen voorkomen in de *eerste* / *tweede* / *derde en hogere* schakel van een voedselketen.
- e In welke schakels van een voedselketen kunnen afvaleters voorkomen?

2

- a Welk gas maakt deel uit van de koolstofkringloop?
- b In welke stoffen komt koolstof voor in organismen?
- c Een deel van de energierijke stoffen die een dier eet, wordt in het lichaam verbruikt als brandstof.
In welke stof bevindt de koolstof zich daarna?
- d Een deel van de energierijke stoffen die een dier eet, wordt niet verteerd.
Waar komt de koolstof uit de energierijke stoffen dan achtereenvolgens terecht?
- e Welke resten kunnen worden afgebroken door bacteriën en schimmels?
broodkorst / *eierschaal* / *eiwitten* / *glas* / *koolhydraten* / *kunststof* / *metaal* / *papier* / *poep* / *steen* / *vetten*

3

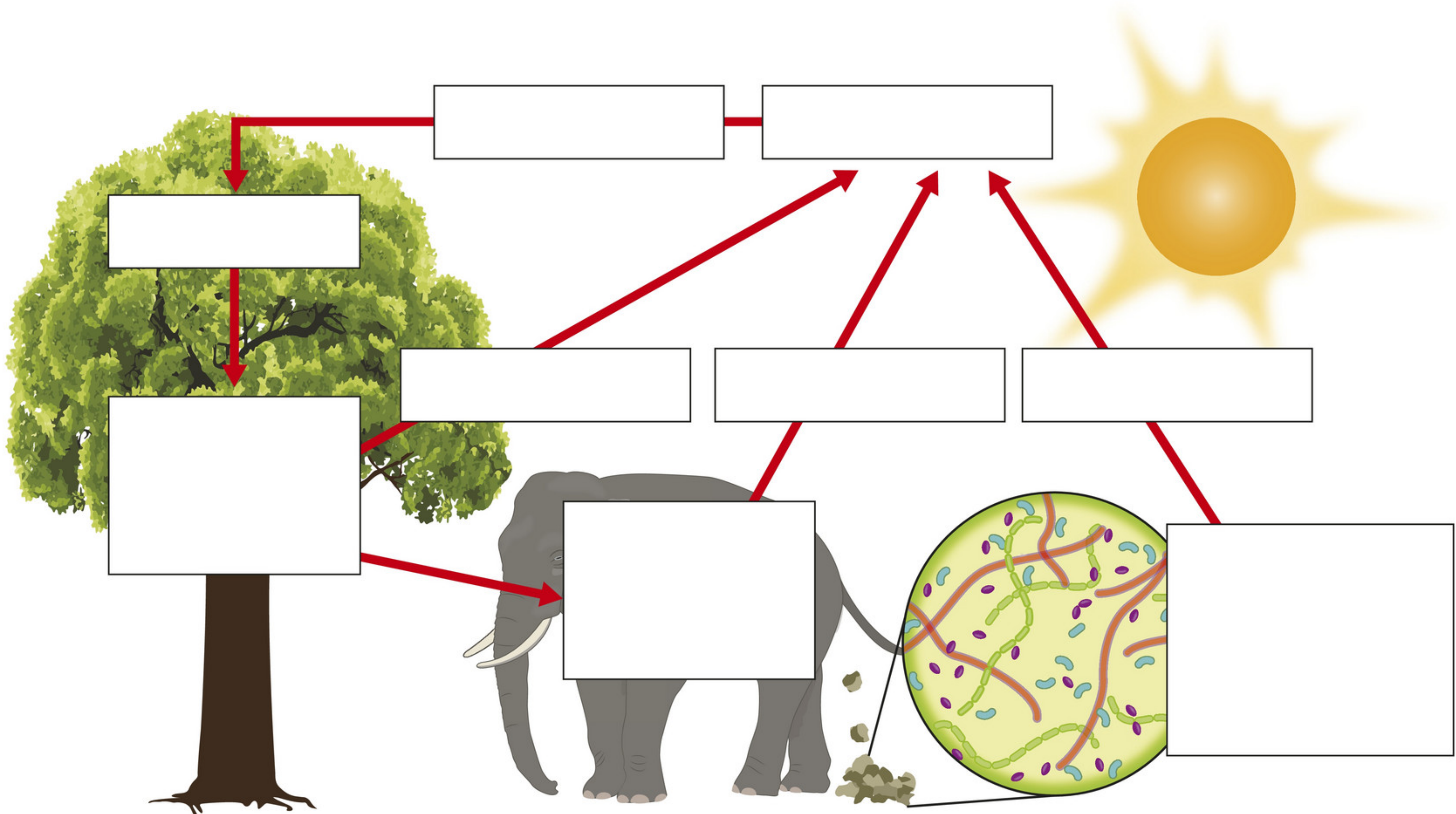
a Zet de gebeurtenissen van de koolstofkringloop in de juiste volgorde.

- Bacteriën en schimmels geven koolstofdioxide af aan de lucht.
- Bacteriën en schimmels verbruiken energierijke stoffen bij de verbranding.
- Bij de fotosynthese wordt koolstofdioxide verbruikt en ontstaat glucose.
- Dierlijke energierijke stoffen worden door bacteriën en schimmels opgenomen.
- Een dier sterft.
- 1 Een plant neemt koolstofdioxide op uit de lucht.
- Een plant wordt gegeten door een dier.
- Glucose wordt omgezet in energierijke stoffen in de plant.
- Plantaardige energierijke stoffen worden omgezet in dierlijke energierijke stoffen.

b In afbeelding 7 is een deel van de koolstofkringloop getekend.

Vul de vakken in. Gebruik daarbij: *dierlijke energierijke stoffen* – *energieerijke stoffen in bacteriën en schimmels* – *fotosynthese* – *glucose* – *koolstofdioxide* – *plantaardige energierijke stoffen* – *verbranding* (3×).

Afb. 7 Een deel van de koolstofkringloop.



4

**Samenvatting**

Teken stroomschema's van de kringloop van stoffen, de kringloop van water en de kringloop van koolstof.

De kringloop van stoffen

De kringloop van water

De kringloop van koolstof

INZICHT

5

In een leerboek biologie uit Oekraïne staat afbeelding 8. De afbeelding stelt een schema van stoffen voor.

a Wat staat er in de vakken?

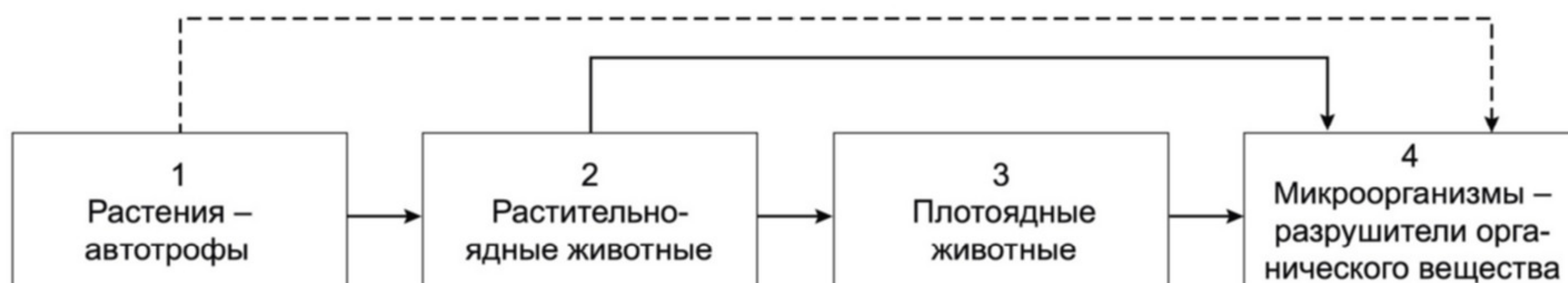
- | | | |
|---------|-----------------------|--|
| A vak 1 | ☐ | ☐ 1 consumenten van de eerste orde |
| B vak 2 | ☐ | ☐ 2 consumenten van de tweede orde |
| C vak 3 | ☐ | ☐ 3 producenten |
| D vak 4 | ☐ | ☐ 4 reducenten |

b Planteneters behoren tot *vak 1* / *vak 2* / *vak 3* / *vak 4* en vleeseters tot *vak 1* / *vak 2* / *vak 3* / *vak 4*.

c Welk onderdeel zou aan het Oekraïense schema moeten worden toegevoegd om er een kringloop van te maken?

- ☐ A afvaleters
☐ B mineralen
☐ C reducenten
☐ D zonlicht

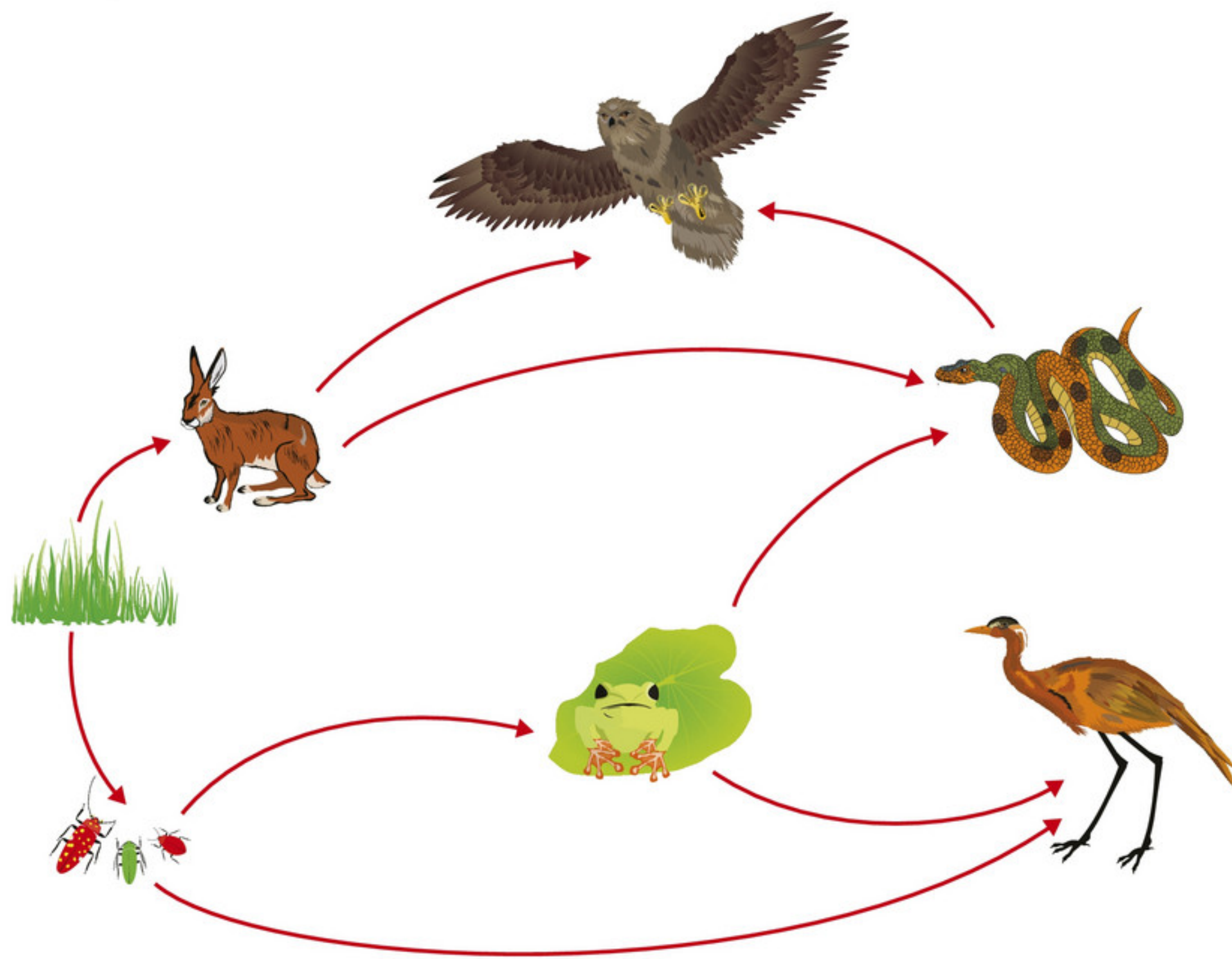
Afb. 8 Schema van stoffen uit een Oekraïens schoolboek.



6

Een dier kan consument van verschillende orden zijn.
Welke dieren in afbeelding 9 kunnen zowel een consument van de tweede orde als een consument van de derde orde zijn? Leg je antwoord uit.

Afb. 9 Een voedselweb in een bos.



7

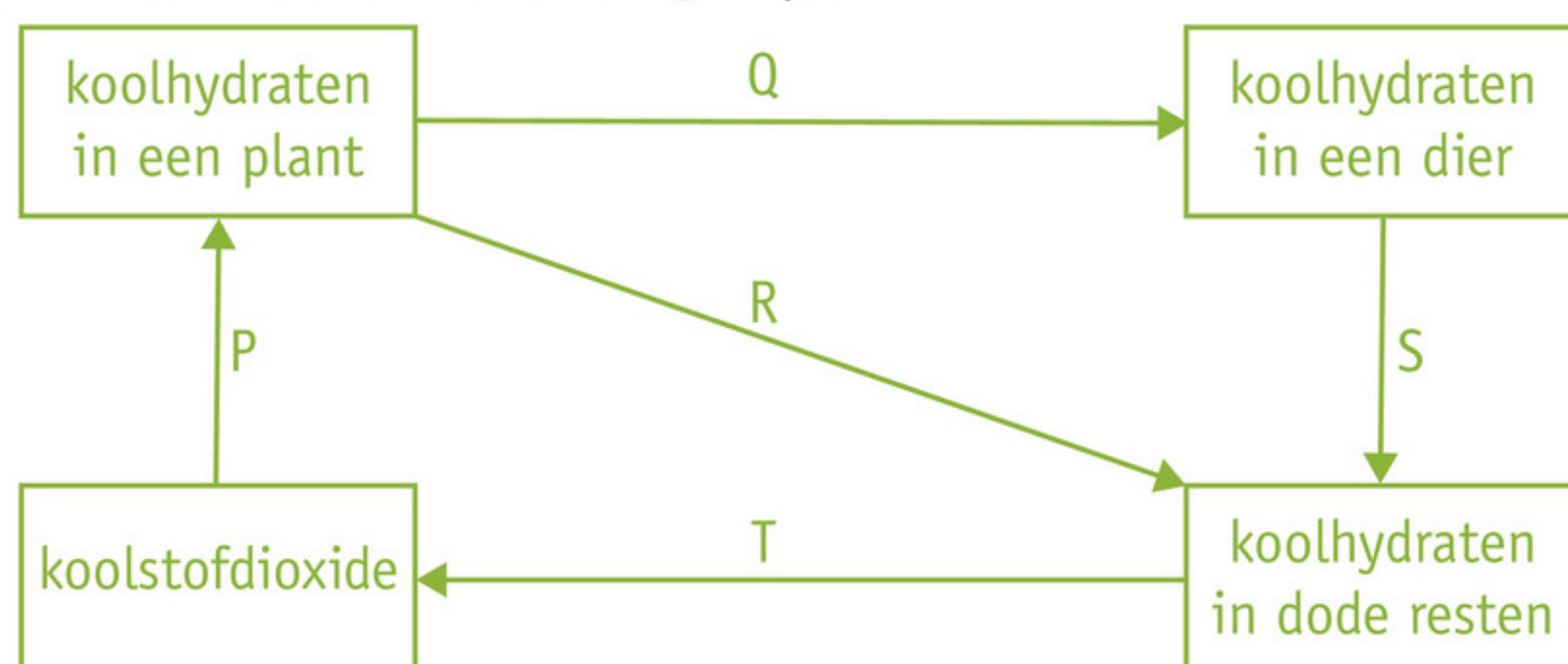
In afbeelding 10 zie je een schema met enkele processen van de koolstofkringloop.

a Welke pijl stelt de fotosynthese voor?

- ☐ A pijl P
- ☐ B pijl Q
- ☐ C pijl R
- ☐ D pijl S
- ☐ E pijl T

b Welke pijl geeft de omzetting aan die door reducenten wordt uitgevoerd? Leg je antwoord uit.

Afb. 10 Een koolstofkringloop.



8

a In plastic zit koolstof.

Leg uit dat plastic toch geen deel uitmaakt van de koolstofkringloop.

b Plastic wordt gegeten door zeedieren en vogels.

Leg uit dat plastic toch geen voedsel is.

+ 9

Een mestkever is een afvaleter. Het lichaam van een mestkever bestaat onder andere uit koolhydraten. De koolstofatomen in de koolhydraten zijn afkomstig van koolstofdioxide dat in de lucht heeft gezeten.

Beschrijf hoe de koolstofatomen van koolstofdioxide terechtkomen in de koolhydraten in het lichaam van een mestkever.

SAMENHANG wetenschap

ZEEWIER: PLASTIC VAN DE TOEKOMST

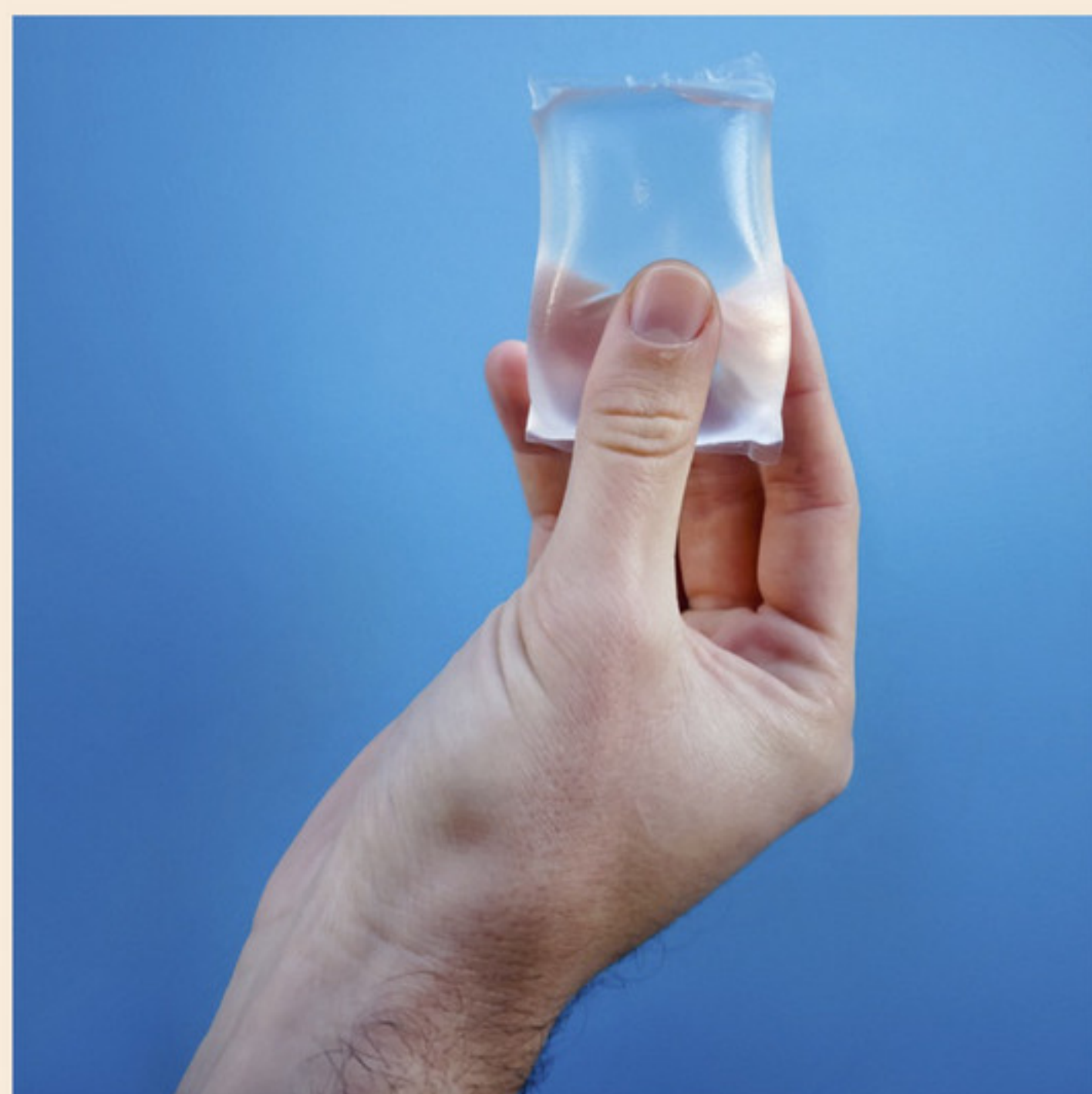
Het bioplastic van composteerbare verpakkingen is vaak gemaakt van maïs of suikerriet. Dit plastic zou je gewoon bij het groente-, fruit- en tuinafval (gft-afval) kunnen gooien, waarna micro-organismen het omzetten in compost. Medewerkers van de Universiteit van Plymouth (Groot-Brittannië) onderzochten hoe afbreekbaar bioplastics eigenlijk zijn. Ze begroeven verschillende soorten plastic tasjes in de bodem, lieten tasjes in zee hangen en stelden tasjes bloot aan de lucht.

Elke negen maanden noteerden de onderzoekers het zichtbare verval en de teruglopende treksterkte. Na negen maanden in de open lucht begon het composteerbare tasje in snippers uit elkaar te vallen, waarschijnlijk bros geworden door uv-licht. Het exemplaar in zee loste na negen maanden op, maar in de bodem was het na 27 maanden nog aanwezig.

Het is ook mogelijk om bioplastic te maken van zeewier. Het lijkt erop dat zeewierplastic veel sneller afbreekt in de natuur. Sommige plastics kunnen zelfs worden gegeten. In 2019 werden tijdens de Marathon van Londen eetbare waterbubbels uitgedeeld (zie afbeelding 11). Het omhulsel van het water was gemaakt van zeewier. Hierdoor werden maar liefst 200 000 plastic flesjes bespaard.

Bron: 'Afbreekbare plastic supermarktzakjes blijken niet af te breken', René Didde, de Volkskrant, 30 april 2019.

Afb. 11 Eetbare waterbubbel van zeewierplastic.



10

Lees de tekst 'Zeewier: plastic van de toekomst'.

- a** Bioplastic kan worden afgebroken door reducenten.
Komt de koolstof uit het afgebroken bioplastic in de koolstofkringloop terecht? Leg je antwoord uit.
- b** Uit het onderzoek van de Universiteit van Plymouth blijkt dat de afbraak van plastic in een koude bodem minder goed gaat dan in warme open lucht.
Geef hiervoor een verklaring.
- c** In zee zitten geen schimmels en slechts weinig bacteriën.
Waardoor zou de afbraak van bioplastic in zee toch sneller gaan dan in de open lucht?
- d** Een marathonloper eet een waterbubbel van zeewierplastic.
Wordt het zeewierplastic verteerd in het lichaam van de atleet? Leg je antwoord uit.
- e** Zal door zeewierplastic de plasticsoep in de wereldzeeën kleiner worden? Leg je antwoord uit.

3 Samenleven

LEERDOELEN

6.3.6 Je kunt uitleggen wat een biologisch evenwicht is.

► Practicum 2

6.3.7 Je kunt uitleggen hoe soorten afhankelijk zijn van elkaar voor voedsel, een schuilplaats en voortplanting.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	6.3.6	6.3.7	6.2.4*	1.O.14**
Onthouden		2abc, 3		
Begrijpen	1, 4	2d, 4, 7a, 10d		
Toepassen	10a	5ab, 6a, 8ac, 10bc	8d	
Analyseren	5d, 9	5c, 6b, 7bc, 8b, 10e		7b

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

** Dit leerdoel vind je in een ander thema.

In een ecosysteem is een populatie van een bepaalde soort niet steeds even groot. Bij gunstige omstandigheden kan een populatie groter worden, bij ongunstige omstandigheden zal een populatie kleiner worden.

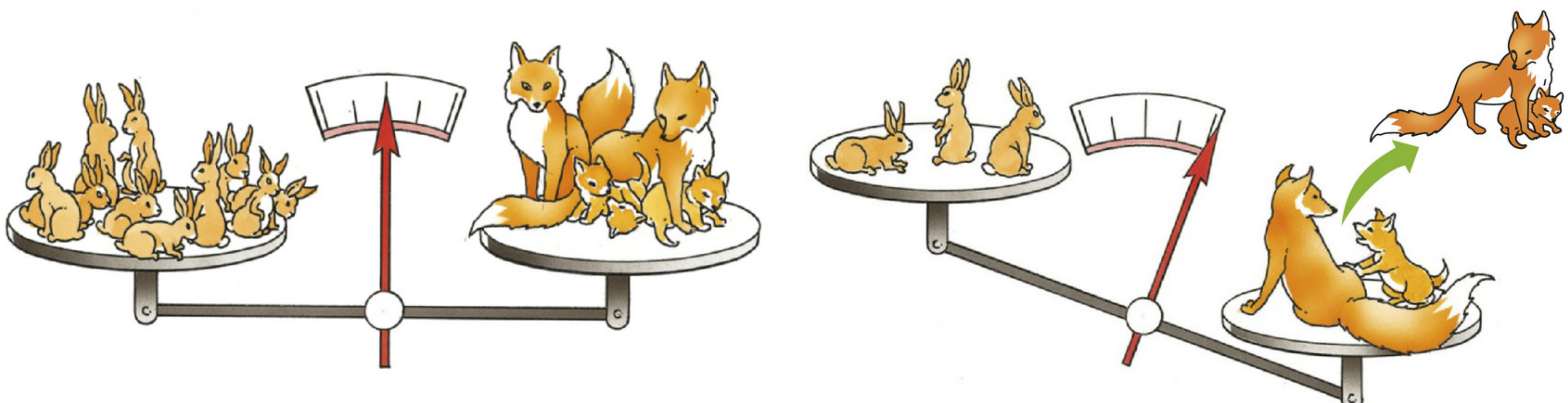
EVENWICHT

De biotische en abiotische factoren hebben invloed op de grootte van een populatie. Biotische factoren die een populatie beïnvloeden, zijn bijvoorbeeld de beschikbare hoeveelheid voedsel, de aantallen natuurlijke vijanden en de aanwezige ziekteverwekkers. Abiotische factoren zijn bijvoorbeeld bodem, licht, lucht (bijvoorbeeld wind), temperatuur en water (neerslag).

Als alle biotische en abiotische factoren in een ecosysteem gunstig zijn voor een populatie, is de kans groot dat een populatie groeit. Dat is bijvoorbeeld het geval als er voldoende voedsel is en er maar weinig natuurlijke vijanden zijn. Door ongunstige omstandigheden kunnen individuen sterven. Daardoor kan een populatie kleiner worden.

De **populatiegrootte** is het aantal organismen van dezelfde soort dat in een bepaald gebied leeft. In veel ecosystemen worden de populaties soms groter, dan weer kleiner. Bij de meeste populaties schommelt de populatiegrootte door de jaren heen om een evenwichtswaarde. Dat noem je een **biologisch evenwicht**. In afbeelding 1 zie je het biologisch evenwicht tussen konijnen en vossen.

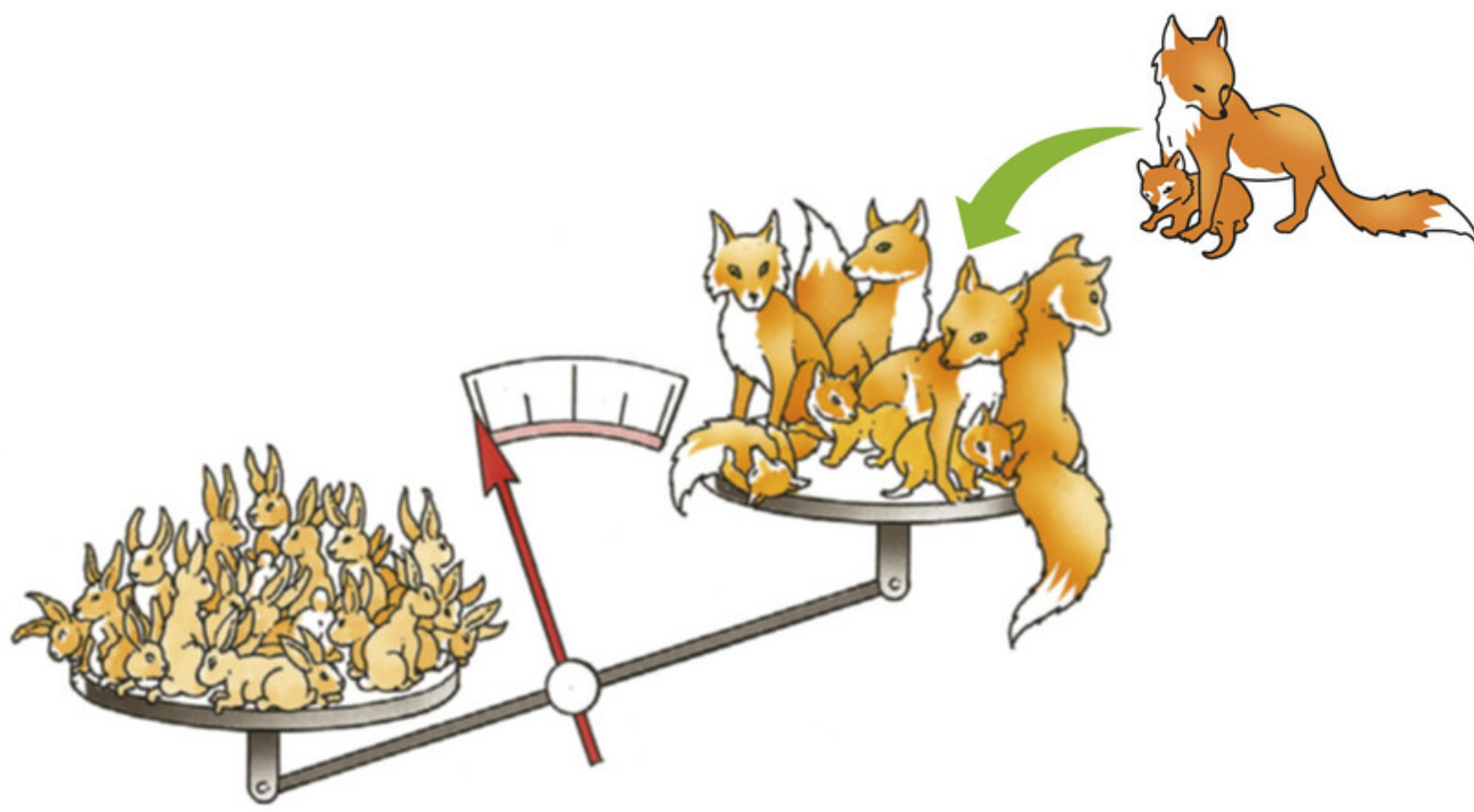
Afb. 1 Biologisch evenwicht tussen konijnen en vossen.



1e jaar: normale weersgesteldheid: evenwicht

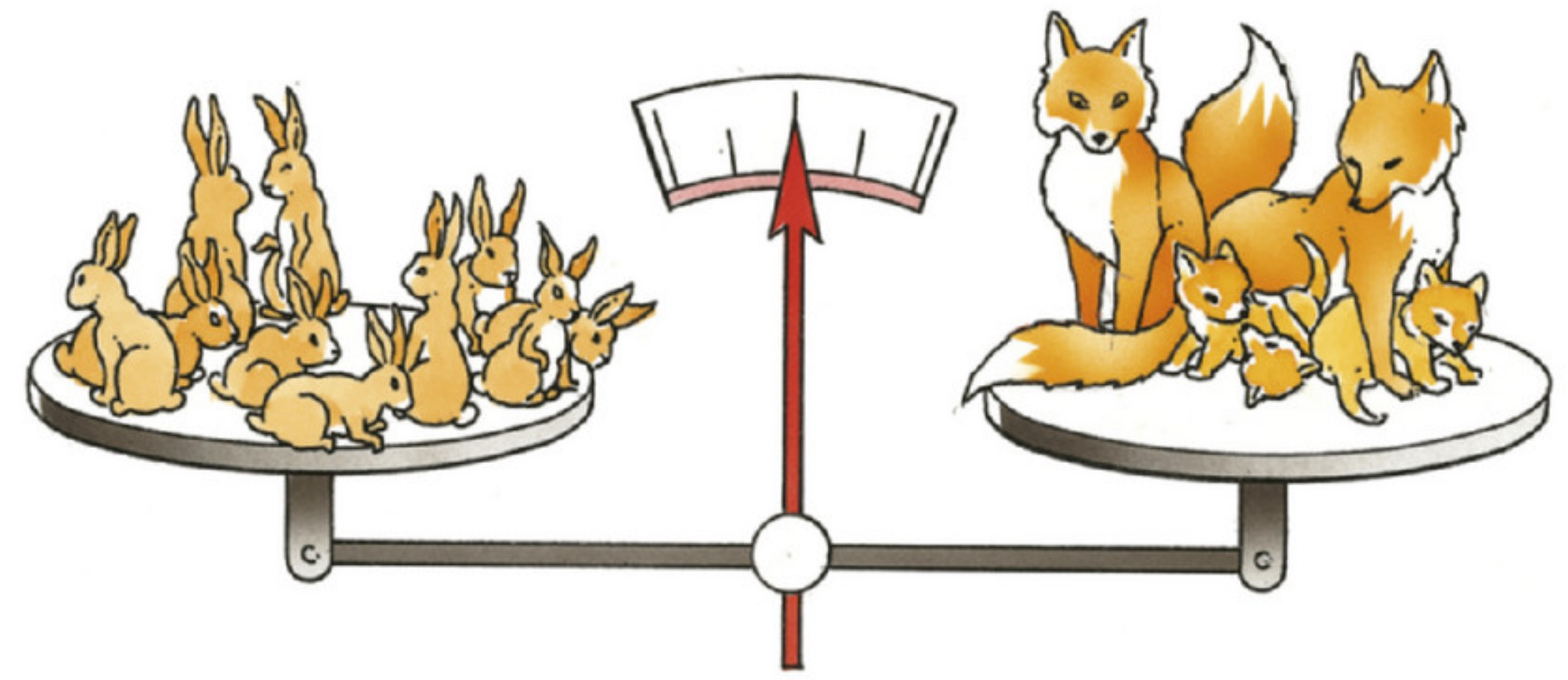
2e jaar:

- gras groeit slecht door lage temperaturen en droogte
- konijnen sterven door voedselgebrek
- vossen trekken weg naar andere ecosystemen
- de vossen die blijven, brengen weinig jongen voort



3e jaar:

- gras groeit snel door warm en vochtig weer
- konijnen krijgen veel jongen
- vossen van elders trekken het ecosysteem binnen



4e jaar: normale weersgesteldheid: evenwicht

SAMENLEVEN

Binnen een populatie heeft elk individu relaties met een groot aantal soortgenoten. Individuen hebben ook relaties met individuen van andere soorten. Daarnaast zijn er relaties tussen populaties. Een relatie kan gericht zijn op **concurrentie** (competitie) of op **samenwerking**. Er is bijvoorbeeld concurrentie als individuen of populaties strijden om voedsel, om een partner of om een veilige plek. Samenwerking zie je bijvoorbeeld bij een troep leeuwen die samen jagen op een prooi (zie afbeelding 2).

Afb. 2 Samenwerking bij leeuwen.



RELATIES BINNEN EEN POPULATIE

Bij dieren die in groepen leven, zie je vaak een **rangorde**. Eén dier is de baas, bijvoorbeeld het oudste vrouwtje bij een kudde olifanten. Doordat elk dier zijn plek weet, zijn er minder gevechten. Ook een territorium vermindert de kans op gevechten. Een **territorium** is een gebied dat verdedigd wordt tegen soortgenoten. Een territorium kan dienen als jachtgebied, maar ook als ruimte voor het grootbrengen van de jongen.

Individuen van dezelfde soort moeten samenwerken om zich voort te planten. Bij de voortplanting treedt **paarvorming** op tussen een mannetje en een vrouwtje. Bij sommige soorten vindt elk jaar opnieuw paarvorming plaats, maar er zijn ook soorten waarbij een mannetje en een vrouwtje hun hele leven bij elkaar blijven. Dit is bijvoorbeeld het geval bij zwanen (zie afbeelding 3).

Afb. 3 Een zwanenpaar met kuikens.



RELATIES TUSSEN SOORTEN

Tussen populaties van verschillende soorten vindt vaak weinig concurrentie plaats, doordat de soorten zich specialiseren. Zowel torenvalken, steenuilen als ransuilen eten veldmuizen, maar torenvalken jagen overdag, steenuilen in de schemering en ransuilen 's nachts. Daardoor concurreren ze niet met elkaar.

Individen van verschillende soorten kunnen langdurige relaties met elkaar onderhouden. Zo'n samenlevingsvorm noem je **symbiose**. Er zijn verschillende vormen. Beide soorten kunnen voordeel hebben van de symbiose. Dit heet **mutualisme**. Dit zie je bijvoorbeeld bij korstmossen, waarbij een schimmel samenleeft met algen (zie afbeelding 4).

Bij andere vormen van symbiose heeft slechts een van beide individuen voordeel. Als het andere individu geen voordeel en geen nadeel heeft, noem je dat **commensalisme**. Een voorbeeld daarvan zijn boomalgen op de stam van een boom.

Als een van beide individuen nadeel ondervindt van de samenleving, noem je dat **parasitisme**. Hierbij leeft een individu, de **parasiet**, op of in een individu van een andere soort, de **gastheer**. Parasieten kunnen dieren, planten of schimmels zijn (zie afbeelding 5).

Afb. 4 De bouw van een korstmos (mutualisme).



Afb. 5



1 Teek. Deze spinachtige voedt zich met bloed van dieren en mensen.



2 Warkruid. Deze plant heeft geen bladgroen. Hij onttrekt energierijke stoffen uit de vaten van zijn gastheer.



3 Mierenschimmel. Deze 'zombieschimmel' eet mieren van binnenuit langzaam op en kan het gedrag van de mier veranderen: de mier zoekt een hoge plaats op om te sterven, waardoor de sporen van de schimmel gemakkelijk kunnen worden verspreid.

KENNIS

1

- a Wat wordt bedoeld met de populatiegrootte?
- b Geef een voorbeeld van een biotische en een abiotische factor waardoor de populatiegrootte kan veranderen.
- c Wanneer groeit een populatie? Gebruik in je antwoord de woorden 'biotische en abiotische factoren'.
- d Wanneer is sprake van een biologisch evenwicht in een bepaald gebied?

2

- a Bij dieren die in groepen leven, is er soms één de baas en kennen alle dieren hun plek in de groep. Dit heet
- b Bij de voortplanting vindt een mannetje een vrouwtje. Dit heet
- c Een mannetjesvis verdrijft andere mannetjes uit een gebied in de sloot en bouwt daar zijn nest. Dit gebied heet een
- d Hoe kan in een populatie de concurrentie tussen soortgenoten worden verminderd? Noteer twee manieren.

3

- a Wat wordt bedoeld met symbiose?
- b Noteer drie vormen van symbiose en beschrijf bij elke vorm de relatie tussen de organismen.
- c Organisme 1 leeft ten koste van organisme 2.
 - Hoe noem je organisme 1?
 - Hoe noem je organisme 2?

4

Samenvatting

Biologisch evenwicht:

.....

Populatiegrootte:

.....

Relaties tussen individuen of populaties:

•

.....

•

.....

Symbiose:

.....

• Mutualisme:

• Commensalisme:

.....

• Parasitisme:

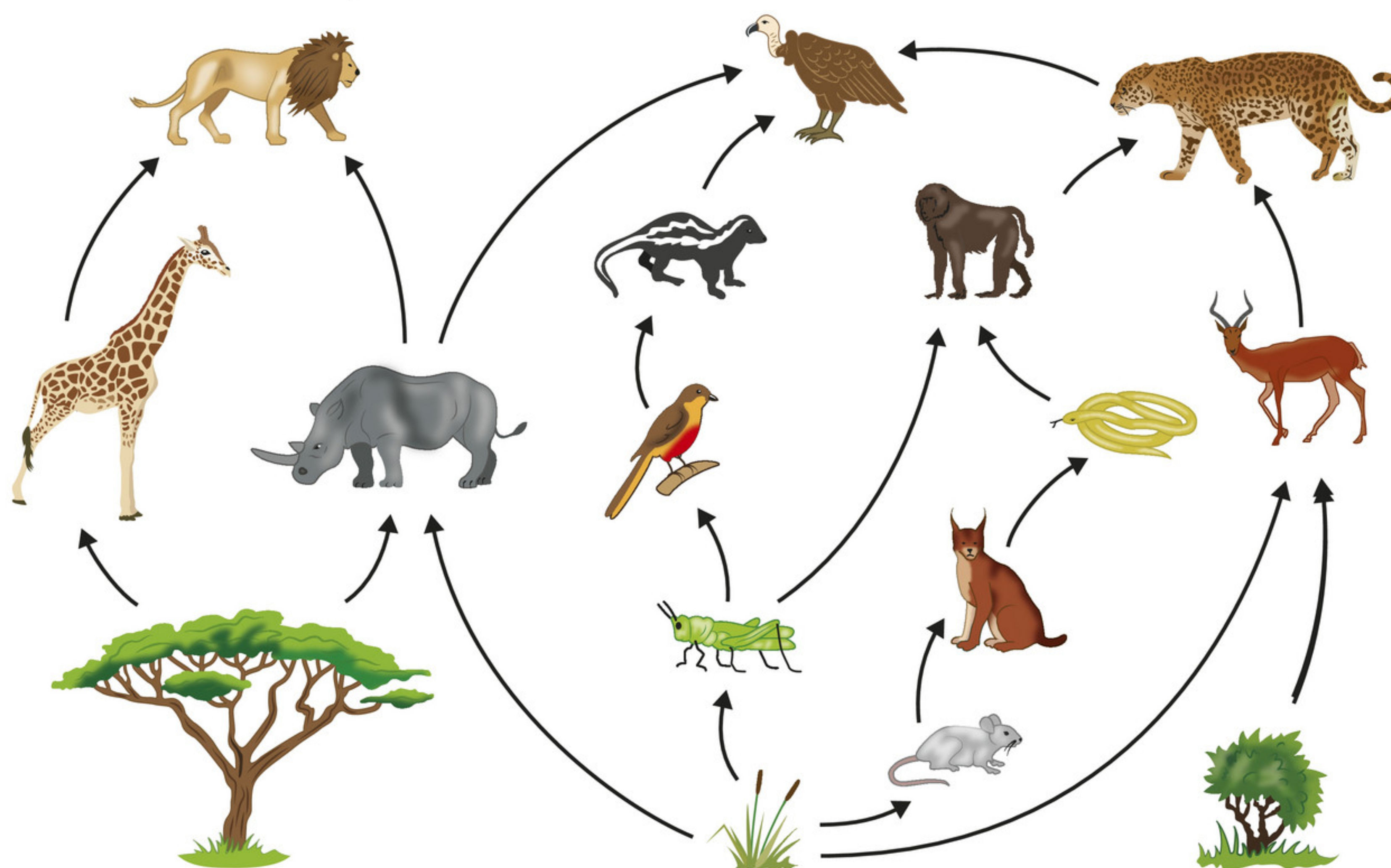
INZICHT

5

Afbeelding 6 geeft de belangrijkste voedselrelaties op een savanne in Afrika weer.

- Tussen de neushoorn en de giraffe is sprake van *concurrentie* / *samenwerking*.
- Leeuwen jagen meestal in een groep. Mannetjes die verstoten zijn en niet meer bij de groep horen, worden 'solitaire leeuwen' genoemd. Die mannetjes leven een zwervend bestaan.
 - Tussen de leeuwen in dezelfde groep is sprake van *concurrentie* / *samenwerking*.
 - Tussen solitaire leeuwen en de groep waaruit ze zijn verstoten, is sprake van *concurrentie* / *samenwerking*.
- Solitaire leeuwen leven meestal korter dan leeuwen in een groep. Geef hiervoor een verklaring.
- Als het aantal neushoorns toeneemt, ontstaan er veranderingen in de vegetatie (plantengroei) en in de populatiegrootte van andere dieren op de savanne. Als het aantal neushoorns toeneemt, neemt de hoeveelheid gras *af* / *toe*. Daardoor neemt het aantal muizen *af* / *toe* en het aantal sprinkhanen *af* / *toe*. Het aantal giraffen neemt *af* / *toe* en het aantal gieren neemt *af* / *toe*.

Afb. 6 Voedselrelaties op een savanne in Afrika.



6

Poetsvissen (*Labroides dimidiatus*) zijn vissen die het lichaamsoppervlak, de kieuwen en zelfs de binnenkant van de bek van andere vissen ontdoen van parasieten (zie afbeelding 7). De parasieten eten ze op. Gewonde of zieke vissen laten zich op een dag meermalen behandelen. Dit vindt plaats op een soort poetsstations. Vissen die geпоetst willen worden, geven dit aan door een bepaalde zwembeweging of een specifieke lichaamshouding, zoals een verticale positie.

- Hoe heet de relatie die een poetsvis heeft met een andere vissoort? Leg je antwoord uit.
- De vissoort *Aspidontus taeniatus* lijkt heel erg op de echte poetsvis. Daardoor kan hij een vis die een poetsbeurt wil dicht benaderen. Maar in plaats van te poetsen bijt hij stukjes gezonde huid van vinnen, slijm of schubben en zwemt vervolgens bliksemsnel weg van het meestal geïrriteerde slachtoffer. Hoe heet de relatie die de *Aspidontus taeniatus* heeft met een andere vissoort? Leg je antwoord uit.

Afb. 7 Een kogelvis (*Diodon hystrix*) wordt geпоetst door poetsvisjes (*Labroides dimidiatus*).



7

Volgens een mythe zou er een symbiotische relatie zijn tussen de nijlkrokodil en de krokodilwachter (*Pluvianus aegyptius*), een kleine vogel. De vogeltjes zouden in de bek van de nijlkrokodil voedselresten en bloedzuigers opeten. De relatie is nooit op foto of film vastgelegd, en is dus niet bewezen.

- Welke symbiotische relatie is er volgens de mythe tussen de krokodilwachter en de nijlkrokodil? *commensalisme* / *mutualisme* / *parasitisme*
- Stel dat het een ecooloog lukt om een foto te maken van een krokodilwachter in de bek van een nijlkrokodil.
Is dan bewezen dat er inderdaad een symbiotische relatie bestaat tussen de vogel en de krokodil? Leg je antwoord uit.
- Een leerling zegt dat er wel sprake is van een symbiotische relatie in de bek van de nijlkrokodil, alleen niet met de krokodilwachter.
Welke symbiotische relatie bedoelt deze leerling?

8

Bremraap is een parasitaire plant (zie afbeelding 8).
De botanische naam is orobanche, wat zoiets als 'erwtengewurmer' betekent.
Bremraap is in Nederland en België een zeer zeldzame en beschermde plant.

- Zoals veel parasitaire planten heeft bremraap geen bladgroen. Leg uit waarom niet.
- Uit welk deel van de gastheer onttrekt bremraap de voedingsstoffen? Leg je antwoord uit aan de hand van afbeelding 8.
- De meeste parasitaire planten maken hun gastheer niet dood. Leg uit waarom niet.
- Is bremraap een producent? Leg je antwoord uit.

Afb. 8 Bremraap.



+ 9

Om de grootte van een populatie te schatten, wordt de vangst-terugvangstmethode toegepast. In een gebied wordt een aantal dieren gevangen. Dit is de eerste vangst. Deze dieren krijgen een merkteken, bijvoorbeeld een ring om een poot. De dieren worden weer losgelaten en mengen zich tussen de ongemerkte dieren in de populatie. Een tijdje later wordt weer een aantal dieren gevangen: de tweede vangst.

De populatiegrootte kun je dan als volgt berekenen:

$$\frac{\text{aantal gemerkte dieren 2e vangst}}{\text{totaal aantal dieren 2e vangst}} = \frac{\text{totaal aantal dieren 1e vangst}}{\text{hele populatie (P)}}$$

- Maak van deze vergelijking een formule om gemakkelijker de hele populatie P te berekenen ($P = \dots$).
- Uit een kikkerpopulatie vangt men 52 dieren. Deze dieren krijgen een dun elastisch ringetje om een poot. Vervolgens worden ze weer losgelaten in de populatie. Na een week vangt men opnieuw kikkers: 43 dieren. Daarvan blijken er 13 geringd te zijn. Uit hoeveel kikkers bestaat deze populatie? uit kikkers
- Het ringetje dat de kikkers om de poot krijgen, blijkt te strak te zijn. De geringde kikkers zijn daardoor trager dan de ongeringde kikkers en laten zich gemakkelijker vangen. Hierdoor wijkt de berekende grootte af van de werkelijke populatiegrootte. De berekende grootte is *groter* / *kleiner* dan de werkelijke populatiegrootte.
- Met de vangst-terugvangstmethode wordt een populatie vogels geschat op 500 000 individuen. Er zijn enkele vogels gevangen. Ze hebben een ring om de poot gekregen en zijn vervolgens weer uitgezet. Bij de tweede vangst werden 2496 dieren gevangen, waarvan er 25 een ring hadden.
Uit hoeveel vogels bestond de eerste vangst ongeveer?
 $250 / 500 / 2500 / 5000$

SAMENHANG leefwereld

PAS OP: EIKENPROCESSIERUPS!

Op veel plaatsen in Nederland veroorzaken de rupsen van de eikenprocessievlinder overlast. Deze rupsen voeden zich met de bladeren van eikenbomen. Als de rupsen in mei of juni vervellen, komen hun haren vrij in de lucht. Eenmaal losgekomen van de rups kunnen de haren rondwaaien en nog jaren actief blijven. Mensen kunnen van deze haren jeuk, huiduitslag en ontstoken ogen of longen krijgen.

Onderzoekers denken dat de plaag wordt veroorzaakt door klimaatverandering en door het gebrek aan biodiversiteit in de berm. In Nederland zijn langs veel wegen eiken aangeplant, met om de vijf of tien meter een boom. Andere begroeiing in de wegberm wordt vaak weggemaaid. Hierdoor is het voor de eikenprocessierups heel eenvoudig om zich te verspreiden, te groeien en zich voort te planten.

Volgens ecologen is het belangrijk om de biodiversiteit terug te brengen door de bermen met rust te laten. Er komen dan meer natuurlijke vijanden, zoals sluipwespen en sluipvliegen. Deze natuurlijke vijanden leggen hun eitjes in de eikenprocessierupsen. De larven eten de rupsen van binnenuit op. Andere natuurlijke vijanden zijn vogels, zoals boomklevers, koolmezen en de koekoek. Boomklevers en koolmezen schudden eerst alle brandharen van de rups af. De koekoek heeft een aangepast spijsverteringskanaal en werkt de rupsen zelfs met huid en (brand)haar weg.

Bron: <https://nos.nl>.

Afb. 9 Eikenprocessierupsen.



10

Lees de tekst 'Pas op: eikenprocessierups!'.

- a** Is er bij de eikenprocessierups sprake van een biologisch evenwicht? Leg je antwoord uit.
- b** Gijs zegt: 'Tussen de sluipwesp en de andere natuurlijke vijanden van de eikenprocessierups is sprake van concurrentie.'
Leg uit dat Gijs gelijk heeft, maar dat er in de praktijk toch nauwelijks concurrentie is.
- c** Is er binnen een groep eikenprocessierupsen sprake van concurrentie om voedsel?
Leg je antwoord uit.
- d** Biologen hebben gezien dat eikenprocessierupsen een leider hebben: 'Als die doodgaat, houden de andere rupsen een vergadering om een nieuwe te kiezen. Dan zitten ze allemaal met de kont omhoog in een kring, dat is heel grappig om te zien', aldus een bioloog in een interview voor een krant.

Hoe heet in de biologie een beschrijving van gedrag?

- e** Leg uit dat de bioloog uit vraag d de term 'vergadering' wel tegen een journalist kan zeggen, maar dat hij dit nooit zou schrijven in een wetenschappelijk rapport over gedrag.

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

4 Natuurbeheer

LEERDOELEN

- 6.4.8 Je kunt verklaren dat veel natuur in Nederland is ontstaan door ingrijpen van de mens.
- 6.4.9 Je kunt manieren noemen waarop mensen in Nederland de natuur behouden, beschermen en herstellen.

- Leren onderzoeken 2
- Practicum 3

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	6.4.8	6.4.9	6.1.1*
Onthouden	1	2ab, 3ac	
Begrijpen	4	2c, 3bd, 4	
Toepassen	5, 6, 8a, 11b	5, 6a, 7a, 9ab, 11ac	11d
Analyseren	8bc, 10	7bc, 9c, 11e	7c

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

Door natuurbeheer proberen mensen de natuur te beschermen. Sommige mensen zeggen zelfs dat er in Nederland geen echte natuur meer is, omdat je overal de invloed van mensen ziet.

DE MENS EN ZIJN OMGEVING

De mens is, net als alle andere organismen, afhankelijk van zijn omgeving (zie afbeelding 1).

Afb. 1 De mens is afhankelijk van zijn omgeving.



Mensen halen voedsel, water en zuurstof uit hun omgeving. We halen ook energie uit de omgeving, bijvoorbeeld om te koken, om ons huis te verwarmen en om machines te laten werken. De natuurlijke omgeving levert ook grondstoffen. Grondstoffen worden gebruikt om producten te maken. Van ijzererts wordt ijzer gemaakt, van aardolie worden kunststoffen gemaakt en van hout worden onder andere meubels gemaakt. Ten slotte is de natuur belangrijk als plaats voor recreatie. Mensen gebruiken de natuur om zich te ontspannen in hun vrije tijd (zie afbeelding 2).

Afb. 2 De natuur als plaats voor recreatie.



ONTSTAAN VAN HET LANDSCHAP

Als je door Nederland reist, zie je vlakke weilanden, geploegde akkers, brede rivieren, hoge dijken, kaarsrechte sloten, rijtjes bomen en veel wegen en bebouwing (zie afbeelding 3). Dit Nederlandse landschap is voor een groot deel gemaakt door mensen. Het is een **cultuurlandschap**: een landschap dat is gevormd onder invloed van de mens. Mensen hebben op verschillende manieren invloed (gehad) op het landschap. Belangrijke invloeden zijn de landbouw, energiewinning en waterbeheer.

Afb. 3 Het landschap in Nederland (bij Hoogeveen).



Twee derde van het landoppervlak van Nederland wordt gebruikt voor de **landbouw**; iets meer dan de helft daarvan is grasland. Ongeveer 12% van het landoppervlak in Nederland is bos. Alle bossen in Nederland zijn aangeplant, bijvoorbeeld voor bosbouw. Bij **bosbouw** wordt een bos gebruikt voor de productie van hout als brandstof en als bouw materiaal. In sommige delen van Nederland is de bodem erg nat. Hier zie je vooral weilanden met veel sloten voor de afvoer van water. Behalve in sloten is er in Nederland nog veel meer water: de Noordzee, het IJsselmeer, rivieren, meren en kanalen. Om het land te beschermen tegen overstromingen zijn dijken en sluizen aangelegd en zijn rivieren uitgediept. Zo zie je overal in het landschap de invloed van de mens.

BIODIVERSITEIT

Wereldwijd gebruiken mensen heel veel grond en water voor landbouw, veeteelt, visserij, bebouwing, transport en winning van grondstoffen. Het grootste deel van het landoppervlak (75%) is daardoor ingrijpend veranderd door mensen. Vrijwel alle oceanen en zeeën (97%) worden beïnvloed door mensen. In 66% van de oceanen zijn de gevolgen daarvan duidelijk merkbaar (zie afbeelding 4). Ruim een derde van het landoppervlak op aarde is in gebruik voor landbouw en veeteelt, evenals bijna driekwart van alle zoetwaterbronnen.

Door de activiteiten van de mens worden de leefgebieden van planten en dieren kleiner of verdwijnen die zelfs. Wereldwijd neemt het aantal verschillende ecosystemen af. Een aantal soorten is daardoor **bedreigd**. Individuen van die soort hebben moeite om in leven te blijven en zich voort te planten. Uiteindelijk kan een soort daardoor **uitsterven** (helemaal verdwijnen).

Het gevolg is dat de variatie in de natuur afneemt. De variatie aan soorten in de natuur noem je de **biodiversiteit**. Door de invloed van de mens neemt de biodiversiteit af.

In totaal leven er naar schatting circa acht miljoen soorten dieren en planten op aarde. Ongeveer een miljoen daarvan zou kunnen uitsterven als we geen actie ondernemen. De afname van de biodiversiteit is een bedreiging voor de mens, want mensen hebben de natuur nodig om te overleven, bijvoorbeeld voor voedsel en medicijnen.

Afb. 4 Invloed van de mens.

75% van het landoppervlak
is aangetast door mensen



66% van de oceanen is
aangetast door mensen

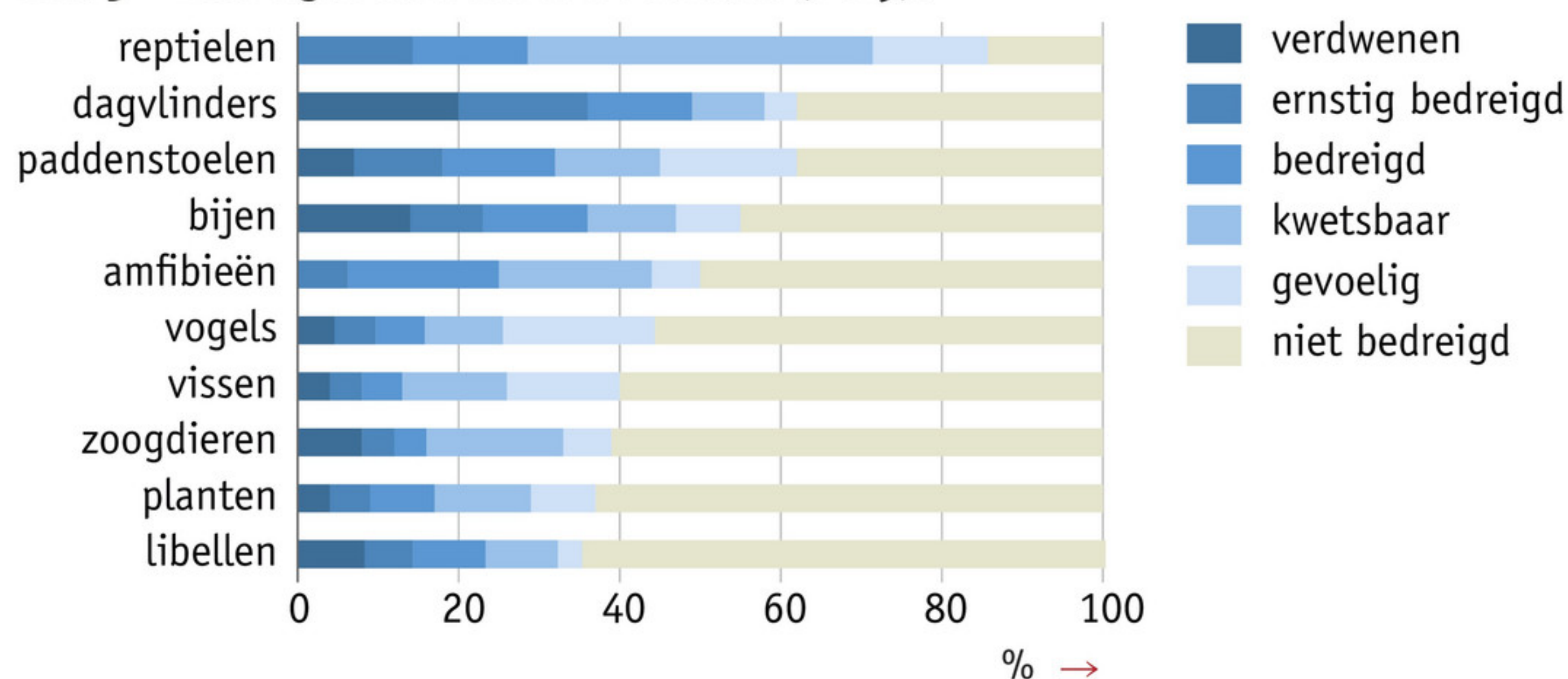


Bron: IPBES Global assessment report on biodiversity and ecosystem services, Summary for policymakers, 2019.

HERINTRODUCTIE

Ook in Nederland worden veel soorten planten en dieren bedreigd (zie afbeelding 5). Door beschermingsmaatregelen wordt geprobeerd de bedreigde soorten weer in aantallen te laten toenemen. Met het aantal ooievaars ging het bijvoorbeeld zestig jaar geleden erg slecht. Daarom werd een project gestart om het aantal broedende ooievaars te vergroten. Ook zijn er projecten geweest voor de herintroductie van bevers, otters, wisenten (Europese bizon) en steur (een vissoort) in Nederland. **Herintroductie** is het terugbrengen van een dier- of plantensoort in een land. De meeste maatregelen hebben succes: de ooievaar staat niet meer op de lijst van bedreigde vogelsoorten en het aantal bevers in Nederland wordt geschat op zo'n 3500. Bij de otter is het nog even afwachten of hij zich weer blijvend in Nederland vestigt.

Afb. 5 Bedreigde soorten in Nederland (2019).



Bron: Soortenorganisaties, WUR, Compendium voor de Leefomgeving.

NATUURBEHEER

Herintroductie van bedreigde soorten is een vorm van natuurbeheer. Onder **natuurbeheer** vallen alle maatregelen die zijn bedoeld om de natuur in Nederland te behouden, te beschermen en te herstellen. Met 'natuur' worden meestal alle gebieden bedoeld die niet in gebruik zijn voor wonen, werken, landbouw of verkeer. Slechts 15% van het Nederlandse grondoppervlak bestaat uit natuur, waarvan een groot deel bestaat uit bos.

Een voorbeeld van natuurbeheer is het aanleggen van doorgangen voor wilde dieren van het ene naar het andere natuurgebied (ecoducten). In afbeelding 6 zie je meer voorbeelden van natuurbeheer in Nederland.

Afb. 6 Maatregelen bij natuurbeheer.

Agrarisch natuurbeheer	Bosbeheer
 akkerrand met bloemen Boeren kunnen subsidie krijgen als ze maatregelen nemen om de natuur te beschermen. Maatregelen zijn bijvoorbeeld: • zaaien van bloemen langs akkers, zodat daar insecten kunnen leven; • weilanden later maaien, zodat de nesten van weidevogels niet worden vernield; • minder mest gebruiken, zodat er minder schadelijke stoffen in de grond en het water terechtkomen; • poelen graven waarin amfibieën kunnen leven.	 Schotse Hooglanders in het bos bij Dorst Staatsbosbeheer zorgt voor planten en dieren door de variatie in bosbegroeiing te behouden. Nederlandse bossen bestaan niet alleen uit bomen, maar ook uit open terrein. Op deze open terreinen groeien vaak andere planten en leven soms andere dieren dan in de bossen. Door bomen te kappen krijgen andere bomen meer ruimte of groeit een heideveld niet dicht. Ook Natuurmonumenten is actief in bosgebieden. Een maatregel bij bosbeheer is het inzetten van dieren voor begrazing. Zo behoudt een gebied zijn natuurlijke begroeiing. Vaak neemt de biodiversiteit hierdoor toe.
Faunabeheer	Waterbeheer
 wilde zwijnen De fauna bestaat uit alle diersoorten die in een gebied voorkomen. Faunabeheer zijn maatregelen om gezonde populaties van in het wild levende dieren te behouden en schade door (te) grote populaties te voorkomen. Bijvoorbeeld door herintroductie, maar ook afschot (jacht) hoort erbij. Voorbeelden daarvan zijn: • afschot van vossen om weidevogels te beschermen; • afschot van zieke en zwakke herten om lijden te voorkomen; • afschot van wilde zwijnen om schade aan landbouwgewassen te voorkomen (als dat op een andere manier niet lukt); • afschot van ganzen als ze een gevaar vormen voor de luchtverkeersveiligheid bij Schiphol.	 sluis in het kanaal bij Waalwijk Rijkswaterstaat en de Waterschappen beheren het water in Nederland, waaronder de rivieren, de kanalen en het grondwater. Waterbeheer omvat maatregelen om het grond- en oppervlaktewater te beheren, bijvoorbeeld: • verontreiniging van waterbodems opruimen; • doorgangen voor vissen maken in sluizen en dammen; • verbreden van rivieren om de kans op overstroming te verkleinen; • oevers minder steil maken zodat water- en oeverplanten beter kunnen groeien; • sluizen op een kier zetten waardoor een natuurlijk overgangsgebied van zeewater en rivierwater ontstaat.

KENNIS

1

De mens maakt gebruik van zijn natuurlijke omgeving voor recreatie.

- a Noteer nog vijf manieren waarop mensen gebruikmaken van het milieu.
- b Noteer drie voorbeelden van activiteiten waarvoor mensen energie gebruiken.
- c Noteer drie manieren waarop mensen in Nederland een cultuurlandschap hebben gemaakt.

2

- a Als een populatie van een soort gedurende langere tijd sterk afneemt, is deze soort Uiteindelijk kan een soort daardoor (helemaal verdwijnen).

- b Wat is biodiversiteit?
- c Waardoor neemt de biodiversiteit af?

3

- a Wat is het doel van herintroductieprogramma's?
- b Wat wordt verstaan onder natuurbeheer?
- c Noteer minstens vier organisaties of beroepen van mensen die bijdragen aan natuurbeheer in Nederland.
- d Combineer elke vorm van natuurbeheer met de bijbehorende maatregel.

A agrarisch natuurbeheer	☐		☐	1 afschot van wilde zwijnen
B bosbeheer	☐		☐	2 dieren inzetten voor begrazing
C faunabeheer	☐		☐	3 oevers minder steil maken
D waterbeheer	☐		☐	4 weilanden later maaien

4

Samenvatting

Mensen gebruiken hun leefomgeving (milieu) voor

Cultuurlandschap:

Natuur:

Biodiversiteit:

Natuurbeheer:

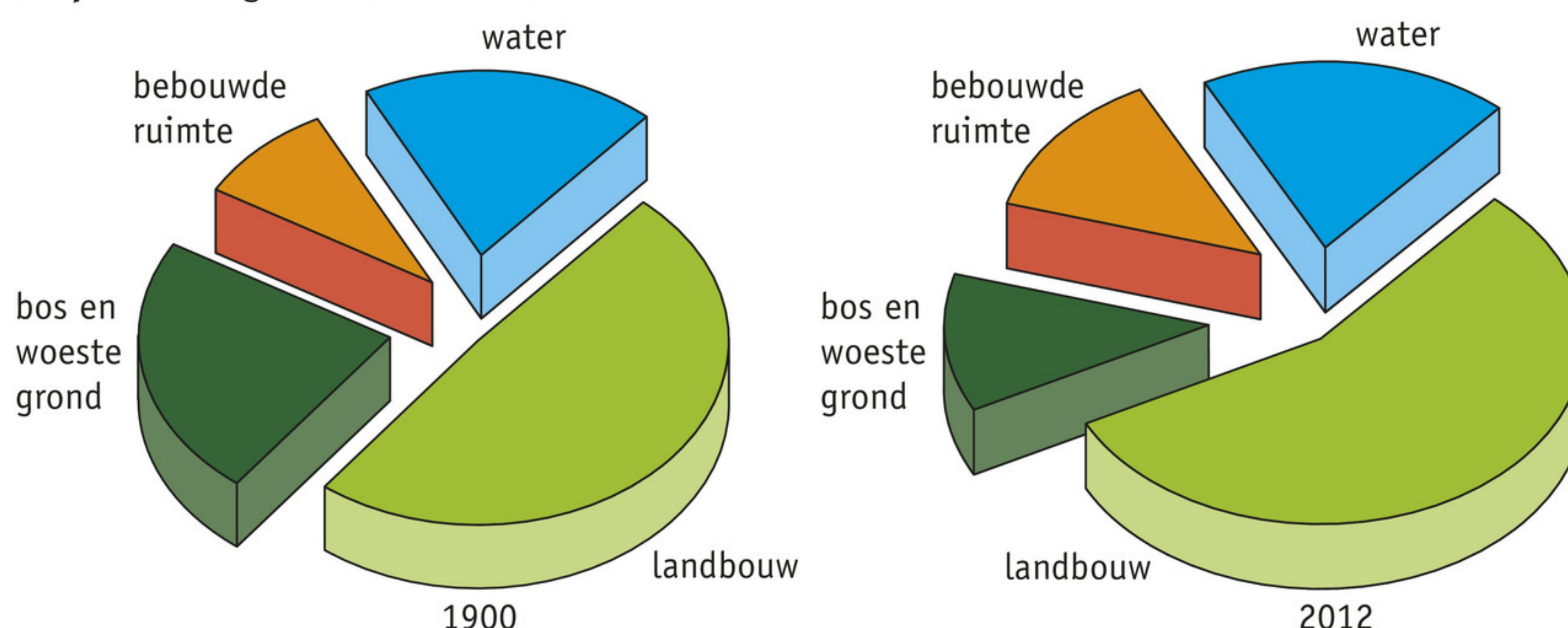
Voorbeelden van maatregelen:

INZICHT

5

In afbeelding 7 is het bodemgebruik in Nederland in 1900 en 2012 vergeleken. Welke verandering in het gebruik van de bodem heeft geleid tot een afname van de biodiversiteit?

Afb. 7 Bodemgebruik in Nederland.



6

In Flevoland ontstond na de inpoldering een groot moerasgebied met graslanden, zoetwaterplassen, riet en moerasbos: de Oostvaardersplassen. Allerlei dieren trokken naar dit gebied voor het voedsel en om zich er voort te planten. Om te voorkomen dat het gebied zou dichtgroeien met bomen bracht de mens er wilde hekrunderen, koninkpaarden en edelherten naartoe. Ook het grondwaterpeil wordt beheerd door de mens. Als je dat niet doet, zou het gebied droog worden. Dan zou je een ander landschap krijgen en zou het voor heel veel vogels ongeschikt worden. Verder laat de mens in de Oostvaardersplassen de natuur zijn gang gaan. Het gebied is niet toegankelijk voor publiek.

- Zijn de Oostvaardersplassen een cultuurlandschap? Leg je antwoord uit.
- Zijn de Oostvaardersplassen een natuurgebied? Leg je antwoord uit.
- Het IJsselmeer was vroeger een binnenzee en heette toen de Zuiderzee. Door de Afsluitdijk veranderde deze zee in een zoetwatermeer.
Is het IJsselmeer een natuurgebied of een cultuurlandschap?

7

Door faunabeheer worden in Nederland regelmatig dieren afgeschoten. Op die manier worden bijvoorbeeld zieke dieren gedood en blijft de populatie gezond. De jagers die dit doen, nemen als het ware de taak van (grote) roofdieren zoals de wolf over. Deze roofdieren zijn vrijwel niet aanwezig in Nederland.

In de Oostvaardersplassen werden in 2018 gezonde herten door jagers gedood, omdat de populatie te groot werd voor het gebied waardoor voedselgebrek ontstond.

- Leg uit dat door afschot van herten uiteindelijk het voedseltekort wordt opgelost.
- Vind jij dat jagers om die reden herten mogen afschieten?
- In een gebied vindt herintroductie van een soort plaats.
Wat moet er in dit gebied aanwezig zijn om een plaag van die soort te voorkomen?

8

In Zuid-Amerika vind je de pampa: een uitgestrekte, natuurlijke grasvlakte (zie afbeelding 8). In totaal is het gebied 800 000 km² groot. Boeren laten hun koeien grazen op delen van de vlakte.

- a Zijn de delen waar boeren hun koeien laten grazen in gebruik voor veeteelt? Leg je antwoord uit.
- b Zo'n 75% van het landoppervlak is ingrijpend veranderd door mensen. Horen de begraasde gebieden van de pampa hierbij? Leg je antwoord uit.
- c Is de pampa een natuurgebied of een cultuurlandschap? Leg je antwoord uit.

Afb. 8 Koeien op de pampa.



9

De bermen langs wegen worden door mensen onderhouden. Als ze regelmatig worden gemaaid, ontstaan vooral bermen met veel gras. Als de bermen alleen laat in de zomer worden gemaaid, ontstaan bermen met veel bloemen. Dit komt doordat de planten de tijd hebben om zaden aan te maken, waardoor ze het jaar erop weer in grote aantallen opkomen.

- a Welke manier van onderhoud is het meest gunstig voor insecten? Leg je antwoord uit.
- b Welke manier van onderhoud zorgt voor meer biodiversiteit? Leg je antwoord uit.
- c Bermgras wordt gebruikt voor energieopwekking. De berm wordt regelmatig gemaaid en het maaisel wordt samen met dierlijke mest en enkele andere materialen vergist. Bij het vergistingsproces komt biogas vrij en blijft meststof over. Wat vind jij: is regelmatig maaien van de wegberm een goede vorm van natuurbeheer? Geef minstens twee argumenten voor je mening. Bespreek je standpunt met een klasgenoot.

+ 10

Een stukje plastic drijft in een oceaan waar de mens nog nooit is geweest. Wordt deze oceaan dan beïnvloed door menselijk handelen? Leg je antwoord uit.

SAMENHANG beroep

ADVISEUR ECOLOGIE EN MILIEU

Rietje Klous is adviseur Ecologie en Milieu bij ingenieursadviesbureau Sweco. Sweco is een Zweeds bedrijf met vestigingen in zeventig landen, waaronder Nederland. ‘Bij gebiedsontwikkeling speelt het ecosysteem van onze aarde een steeds grotere rol. Ik zorg er samen met mijn collega’s voor dat bouwprojecten voldoen aan alle regelgeving en beschikken over de juiste vergunningen. Na mijn opleiding tot zoölogisch analiste heb ik Milieuhygiëne gestudeerd aan de Wageningen University.

In mijn werk doe ik veel verschillende dingen. Zo zorgen we er onder andere voor dat er zo duurzaam mogelijk wordt gebouwd en dat de gebiedsontwikkeling de biodiversiteit niet schaadt, maar juist verbetert. Dit doen we door natuur-inclusief te bouwen. Dat betekent dat je een woonwijk al bij het ontwerp geschikt maakt voor zo veel mogelijk soorten. Zo kunnen bij de bouw van sommige huizen vleermuizenverblijven worden ingemetseld in de muren, of voorzieningen worden getroffen waardoor huismussen goed onder de daken kunnen nestelen. Bij de aanleg van groen in een woonwijk adviseren we over de aanplant van bloemen en struiken om bijen, vlinders en andere insecten te lokken.

Ruimte is schaars in Nederland. De komende jaren zullen nog duizenden woningen worden gebouwd. Ik vind het heel fijn om te kunnen meewerken aan herstel en verbetering van de biodiversiteit en een gezonde leefomgeving.’

Afb. 9 Rietje Klous.



11

Lees de tekst ‘Adviseur Ecologie en Milieu’.

- a** Markeer in de tekst drie maatregelen voor natuurbeheer.
- b** Ontstaat er natuur door ‘natuur-inclusief bouwen’? Leg je antwoord uit.
- c** Neemt de biodiversiteit toe door ‘natuur-inclusief bouwen’? Leg je antwoord uit.
- d** Geef een voorbeeld van een biotische en een abiotische factor die door het werk van Rietje wordt beïnvloed.
- e** Bedenk zelf een of meer adviezen voor een natuurvriendelijke woonwijk.

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

5 Mens en milieu

LEERDOELEN

6.5.10 Je kunt enkele oorzaken en gevolgen van uitputting en vervuiling beschrijven.

► Practica 4, 5 en 6

6.5.11 Je kunt enkele oorzaken en gevolgen van klimaatverandering beschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	6.5.10	6.5.11	6.2.4*	1.2.4**
Onthouden	1abc, 2a	3b		
Begrijpen	1de, 2bc, 4	3acde, 4		
Toepassen	8a	5, 6ab, 7, 8d, 10acd	10c	
Analyseren	8bce	6cd, 9	10be	10b

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

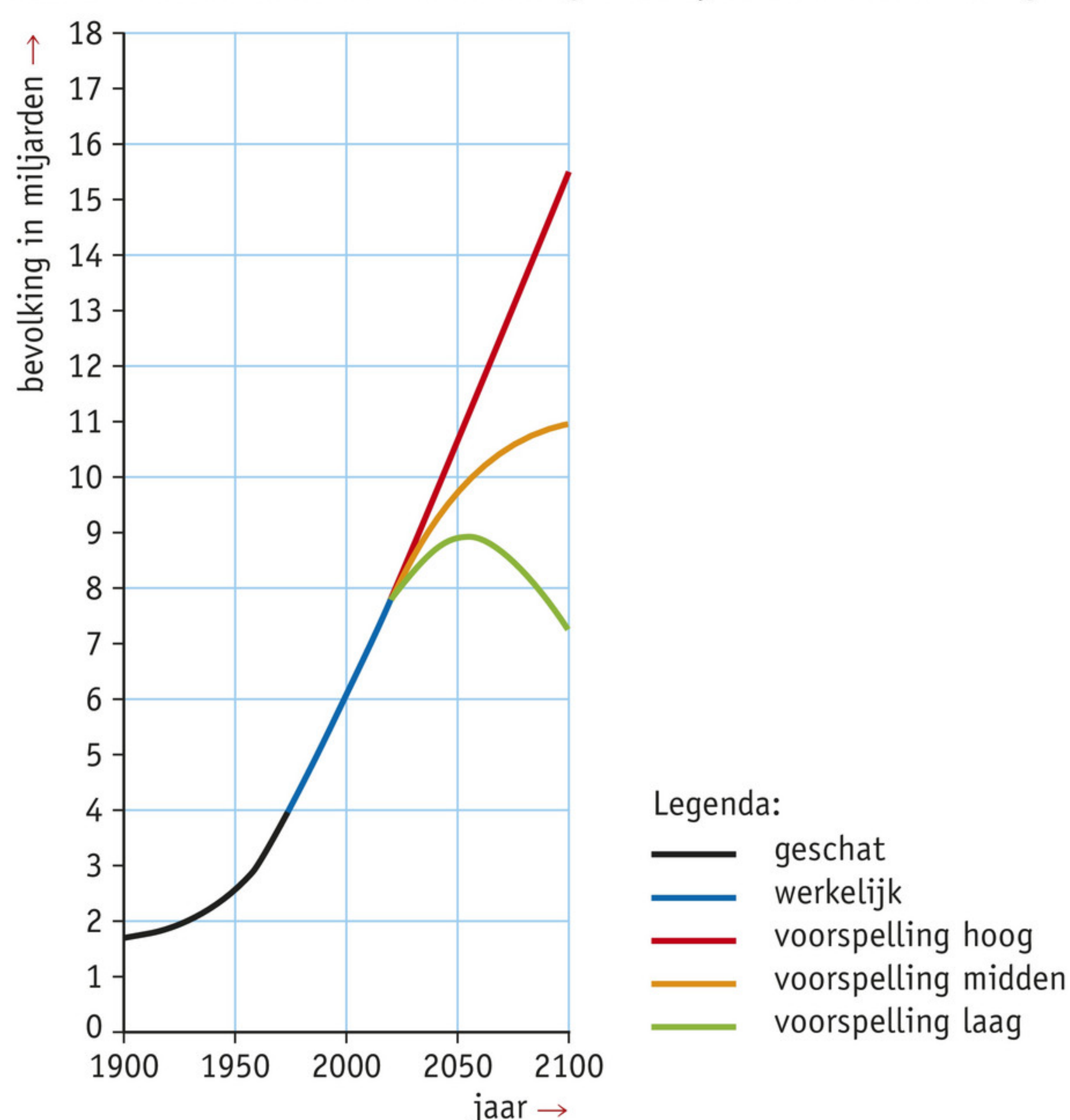
** Dit leerdoel vind je in een ander thema.

Niet alleen het ruimtegebruik van mensen beïnvloedt de leefomgeving van planten en dieren. Mensen halen ook stoffen uit het milieu en laten er stoffen in achter.

INVLOEDEN OP HET MILIEU

De mens heeft invloed op het milieu. Die invloed is de laatste tweehonderd jaar sterk toegenomen. De afgelopen vijftig jaar is het aantal mensen op aarde verdubbeld (zie afbeelding 1). In juni 2019 waren er 7,7 miljard mensen. Volgens de hoogste voorspellingen zijn er over dertig jaar 10 miljard mensen. Al die mensen gebruiken samen heel veel energie en grondstoffen en produceren heel veel afval (zie afbeelding 2).

Afb. 1 Groei van de wereldbevolking sinds 1900 en de verwachte groei tot 2100.



Bron: Verenigde Naties, *World Population Prospects 2019*.

Afb. 2 Afval.

1 huishoudelijk afval



2 afgedankte apparaten

Doordat mensen stoffen uit het milieu halen en er andere stoffen aan toevoegen, veranderen we het milieu. Als dit leidt tot aantasting van het milieu, is sprake van **milieuproblemen**. De belangrijkste oorzaken van milieuproblemen zijn de bevolkingstoename en de manier van leven van de mens.

Mensen zorgen op twee manieren voor milieuproblemen:

- Er is sprake van **uitputting** als de mens stoffen uit het milieu haalt (bijvoorbeeld grondstoffen).
- Er is sprake van **vervuiling** als de mens stoffen aan het milieu toevoegt (bijvoorbeeld afvalstoffen).

UITPUTTING

Aardolie, aardgas en steenkool zijn **fossiele brandstoffen**. Ze zijn miljoenen jaren geleden ontstaan uit resten van dode planten en dieren. Deze energiebronnen raken uitgeput. Naar verwachting zijn de voorraden aardolie en aardgas over vijftig tot honderd jaar vrijwel op. Aardolie is niet alleen een brandstof, maar ook een grondstof voor kunststoffen. Ook veel andere grondstoffen komen uit de aarde, bijvoorbeeld zand (voor glas en bouw materiaal) en metaalerts (voor metalen). Om al onze huizen, machines, apparaten, kleding en gebruiksvoorwerpen te maken zijn veel grondstoffen nodig. Ook de voorraden van deze natuurlijke **grondstoffen** raken daardoor uitgeput.

Planten hebben **mineralen** nodig om te groeien. Die mineralen halen ze met hun wortels uit de grond. In de landbouw worden op grote stukken grond elk jaar dezelfde planten verbouwd, zoals maïs (zie afbeelding 3). Dit noem je **monocultuur**. Hierdoor raakt de bodem uitgeput. Dat betekent dat er niet genoeg mineralen meer in de bodem zitten. De planten groeien dan niet goed meer. Om dit te voorkomen bemest de boer na elke oogst zijn land. Ook door verdroging, overbemesting, erosie en vervuiling wordt grond minder vruchtbaar. Wereldwijd is hierdoor al 23% van het landoppervlak minder productief geworden.

Afb. 3 Monocultuur: maïs.

VERVUILING

Om de mineralen in de bodem aan te vullen, gebruiken boeren mest (dierlijke mest of kunstmest). Een belangrijk mineraal in mest is **stikstof**. Een deel van de stikstof uit mest komt terecht in het grondwater en in de lucht. Ook de industrie en het verkeer (uitlaatgassen) zijn belangrijke bronnen van stikstof in het milieu.

Stikstof is een van de oorzaken van luchtvervuiling. **Luchtvervuiling** bestaat vooral uit smog en fijnstof. Via het grondwater en de lucht komt de stikstof terecht in natuurgebieden, waardoor de plantengroei daar verandert. Brandnetels en grassen groeien bijvoorbeeld goed op veel stikstof, maar kwetsbare of zeldzame planten kunnen er niet goed tegen en verdwijnen.

In het verleden werd het afval van de chemische industrie op vuilnisplaatsen gestort. Zo zijn op veel plaatsen giftige stoffen in de bodem terechtgekomen. Dit noem je **bodemvervuiling**. Planten nemen de giftige stoffen op via hun wortels. Zo komen de giftige stoffen in voedselketens terecht.

Chemische gewasbeschermingsmiddelen (gifstoffen) beschermen voedingsgewassen tegen vraat door insecten en tegen ziekteverwekkers. Deze middelen kunnen in het water van sloten of in het grondwater terechtkomen. Dit is **watervervuiling**. De kwaliteit van het grondwater gaat hierdoor achteruit.

Het water in rivieren, zeeën en meren wordt ook vervuild door huishoudens, fabrieken en scheepvaart (zie afbeelding 4). Meer dan 80% van het wereldwijde afvalwater wordt zonder behandeling in het milieu geloosd. Jaarlijks worden driehonderd tot vierhonderd miljoen ton zware metalen, oplosmiddelen, giftig slib en ander afval van industriële installaties in de wateren van de wereld geloosd.

Veel organismen zijn afhankelijk van schoon water en een schone bodem. Organismen worden door vervuiling bedreigd of verdwijnen. Ook voor de mens zijn schoon water en een schone bodem belangrijk. We drinken water en eten van de gewassen die in de bodem groeien.

Afb. 4 Watervervuiling.



1 afvalwater van fabrieken en huishoudens



2 vervuiling door een kopermijn



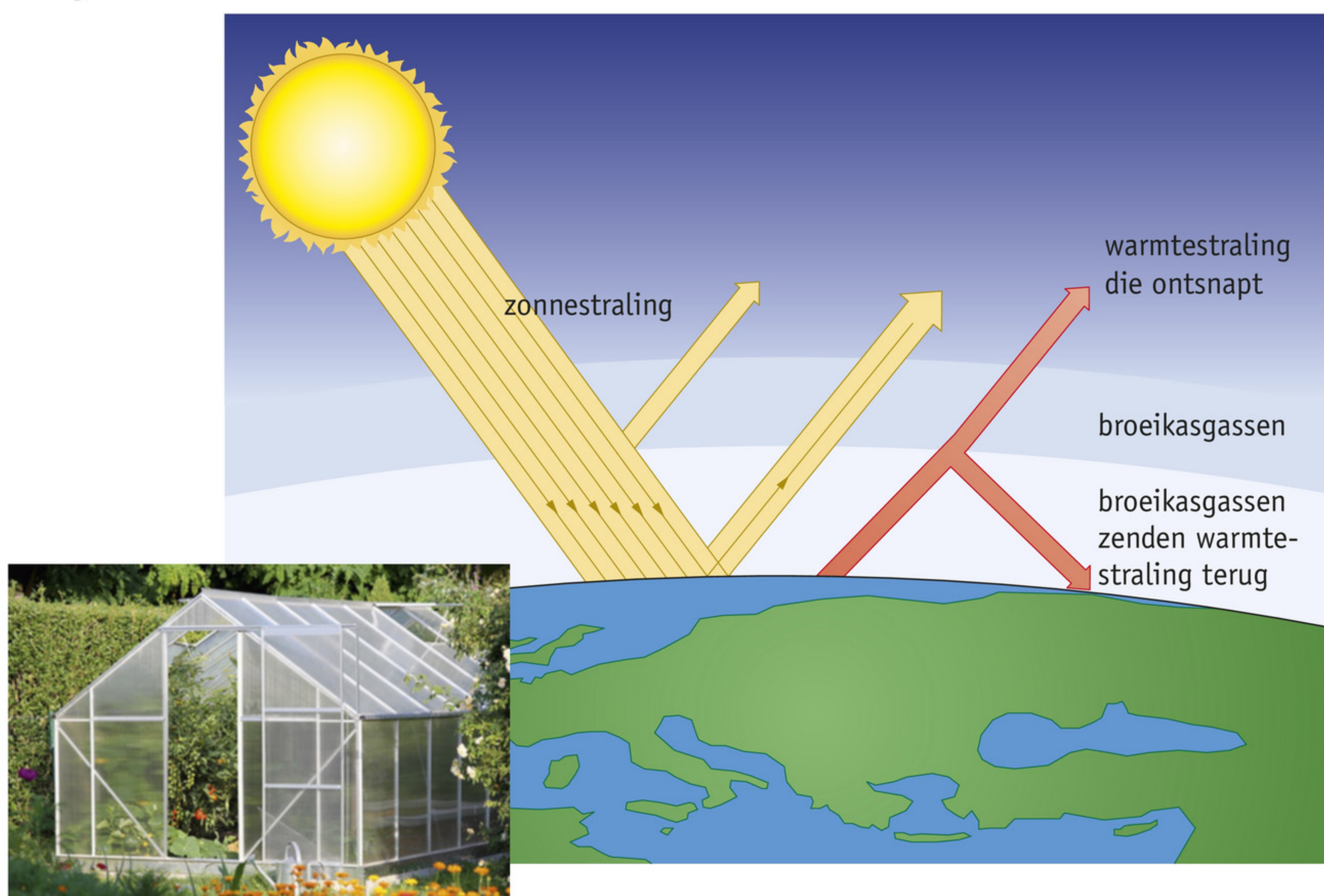
3 dode vissen door vervuiling

VERSTERKT BROEIKASEFFECT

De dampkring (of atmosfeer) is de luchtlaag rondom de aarde. De dampkring is een mengsel van verschillende gassen. Deze gassen laten een deel van de zonnestraling door naar de aarde; de rest wordt weerkaatst. Door de zonnestraling warmt de aarde op. De aarde straalt deze warmte ook weer uit. Gassen in de dampkring houden de warmtestraling van de aarde tegen (zie afbeelding 5).

De gassen die de warmtestraling tegenhouden, noem je **broeikasgassen**, omdat ze dezelfde werking hebben als het glas van een broeikas. Deze werking noem je het (natuurlijke) **broeikaseffect**. De belangrijkste broeikasgassen zijn waterdamp en koolstofdioxide. Dankzij het broeikaseffect is het op aarde gemiddeld 15 °C. Zonder het broeikaseffect zou het op aarde veel kouder zijn (−18 °C).

Afb. 5 Het broeikaseffect.



Bij de verbranding van fossiele brandstoffen ontstaat koolstofdioxide. Mensen hebben de afgelopen eeuwen heel veel extra koolstofdioxide in de dampkring gebracht. Sinds 1750 is het gehalte aan koolstofdioxide in de dampkring met zo'n 40% toegenomen. Een ander belangrijk broeikasgas is methaan, dat vooral vrijkomt uit moerassen, bossen en de veeteelt. Ook het gehalte aan methaan is sinds de achttiende eeuw toegenomen. Door de toename van broeikasgassen in de dampkring wordt meer warmte teruggekaatst naar de aarde. Dit is het **versterkte broeikaseffect**. Het gevolg is dat de aarde opwarmt. In de afgelopen 130 jaar is het gemiddeld 1 °C warmer geworden op aarde. In Nederland is dit 1,7 °C.

KLIMAATVERANDERING

Door het versterkte broeikaseffect verandert het klimaat. **Klimaatverandering** betekent dat het gemiddelde weertype over een langere periode verandert. Door de klimaatverandering krijgen we in Nederland zachtere winters, warmere zomers en extremer weer.

Door de hogere temperatuur komt in de zomer vaker blauwalg voor in het water.

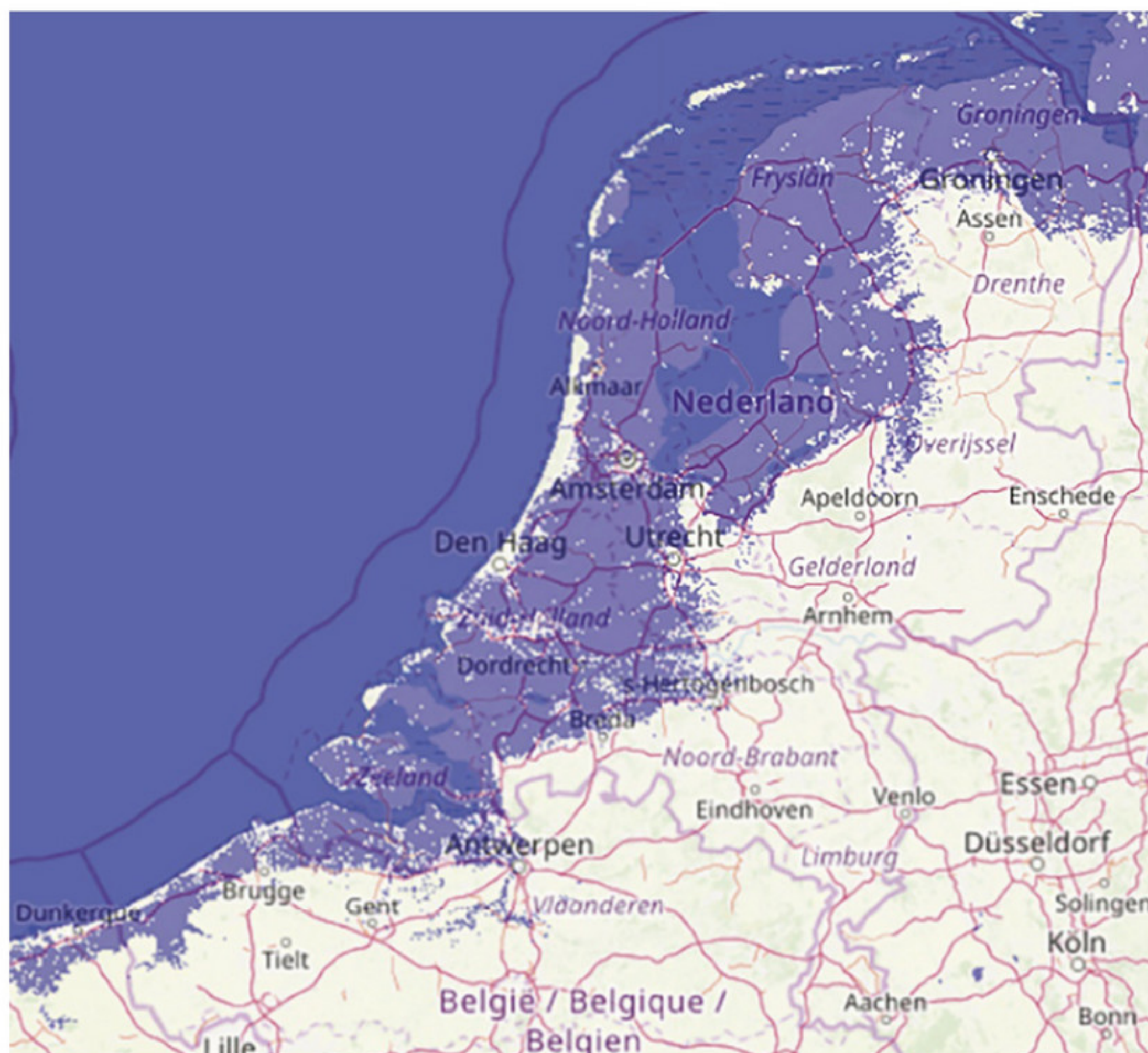
Blauwalg (een bacterie) maakt stoffen die giftig zijn voor mensen. Daardoor zal er vaker een zwemverbod zijn (zie afbeelding 6).

Afb. 6 Verboden te zwemmen door blauwalg.



Doordat de aarde opwarmt, krijgen we te maken met **stijging van de zeespiegel** (de hoogte van het zeewater). Voorspellingen voor Nederland lopen uiteen van 0,5 tot 3 m zeespiegelstijging in het jaar 2100. Laaggelegen gebieden zullen overstromen (zie afbeelding 7.1). Daarom moeten de dijken hoger worden gemaakt. Dat kost veel geld. In andere delen van de wereld worden steden of landen nu al bedreigd door het hogere zeewater. In Oceanië bijvoorbeeld, ten oosten van Australië, verdwijnen hele eilanden in zee. De mensen die hier wonen, moeten naar elders vertrekken (zie afbeelding 7.2).

Afb. 7 Zeespiegelstijging.



1 Dit deel van Nederland komt onder water te liggen als de zeespiegel één meter stijgt.



2 De mensen op de foto staan in zee waar hun huizen ooit stonden (Kiribati).

In sommige gebieden op aarde leidt de hogere temperatuur tot droogte, waardoor woestijnen groter worden. Er kan een tekort aan zoetwater en drinkwater ontstaan. Bij extreme droogte kan zout zeewater de rivieren in stromen. Het zoute water mengt dan met het zoete rivierwater, grondwater en slootwater. Dit heet **verzilting** (zilt = zout). Door verzilting kunnen boeren problemen krijgen met hun gewassen. Veel planten kunnen niet tegen zout in het water. Het zout tast de wortels aan.

In veel gebieden zal landbouw onmogelijk worden, maar in andere gebieden kunnen gewassen door de hogere temperatuur juist beter gaan groeien en meer voedsel opleveren. Ook kunnen delen van de aarde die nu nog te koud zijn, door de hogere temperatuur wel geschikt worden voor landbouw.

INVLOED VAN DE MENS

In de geschiedenis van de aarde zijn er vaker klimaatveranderingen geweest. Maar er zijn drie grote verschillen: onze klimaatverandering verloopt zeer snel, ze is voor een groot deel veroorzaakt door mensen en ze kan grote gevolgen hebben voor heel veel mensen. Daarom noemen veel wetenschappers en politici deze klimaatverandering een klimaatcrisis (zie afbeelding 8). Er zijn ook mensen die niet geloven dat het klimaat verandert, of die denken dat de gevolgen wel zullen meevallen. Vaak heeft dat te maken met een gebrek aan kennis. De gevolgen van de klimaatverandering zijn niet exact te voorspellen, maar de opwarming van de aarde is een feit (zie afbeelding 9).

Afb. 8 Demonstratie voor klimaatmaatregelen.

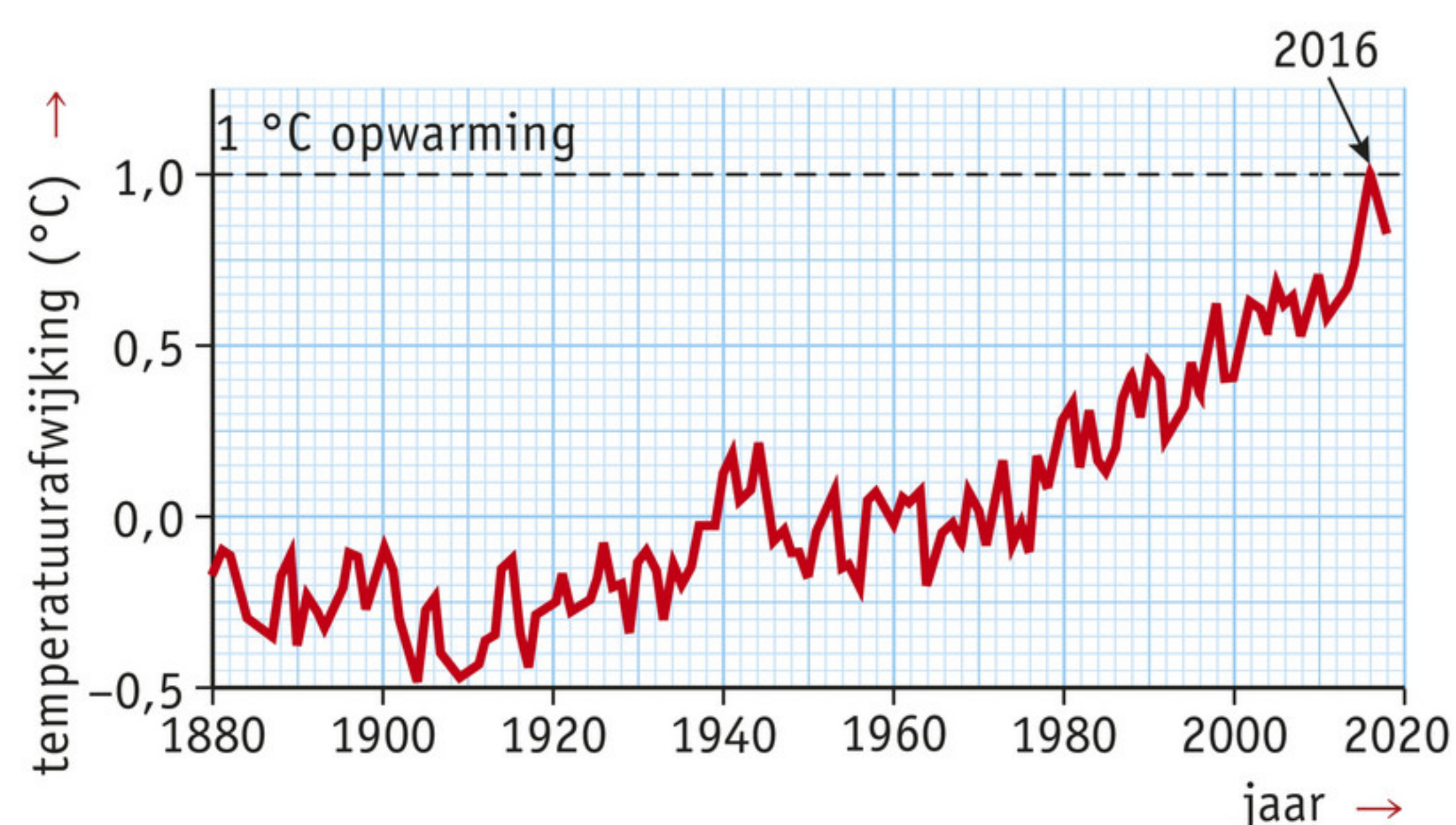


1 schoolstaking voor het klimaat (Londen, 2019)



2 Greta Thunberg uit Zweden begon de schoolstakingen voor het klimaat.

Afb. 9 Opwarming van de aarde.



VERANDERINGEN IN DE NATUUR

De gevolgen van de klimaatverandering zijn in de natuur al goed merkbaar. In Nederland komen nu planten- en diersoorten voor die vroeger alleen in zuidelijker gebieden zoals België en Frankrijk voorkwamen. Er zijn ook soorten die minder voorkomen of zelfs zijn verdwenen. Doordat het 's winters zachter en in het voorjaar warmer is geworden, is het jaarritme van veel soorten veranderd. Bomen krijgen vroeger in het jaar bladeren en veel planten bloeien eerder. Voor sommige voedselketens heeft dit ernstige gevolgen. Koolmezen voeren hun jongen graag rupsen van de wintervlinder. Deze rupsen eten eikenbladeren. Doordat de eiken eerder in blad komen, verschijnen de rupsen van de wintervlinder ook eerder in het jaar. In de periode dat de eieren van een koolmees zijn uitgekomen en de jongen moeten worden gevoerd, zijn er minder rupsen beschikbaar. Koolmezen moeten daarom op zoek naar ander voedsel, zoals eikenprocessierupsen. Ook verschuift het broedseizoen van koolmezen langzaam naar eerder in het jaar.

KENNIS

1

- a**
- Te veel stoffen uit het milieu halen is een vorm van
 - Afvalstoffen aan het milieu toevoegen is een vorm van
- b** Wanneer ontstaan milieuproblemen?
- c** Waardoor zijn de milieuproblemen de laatste tweehonderd jaar sterk toegenomen?
- d** Wat zijn chemische gewasbeschermingsmiddelen?
- e** Leg uit hoe giftige stoffen via planten in voedselketens terechtkomen.

2

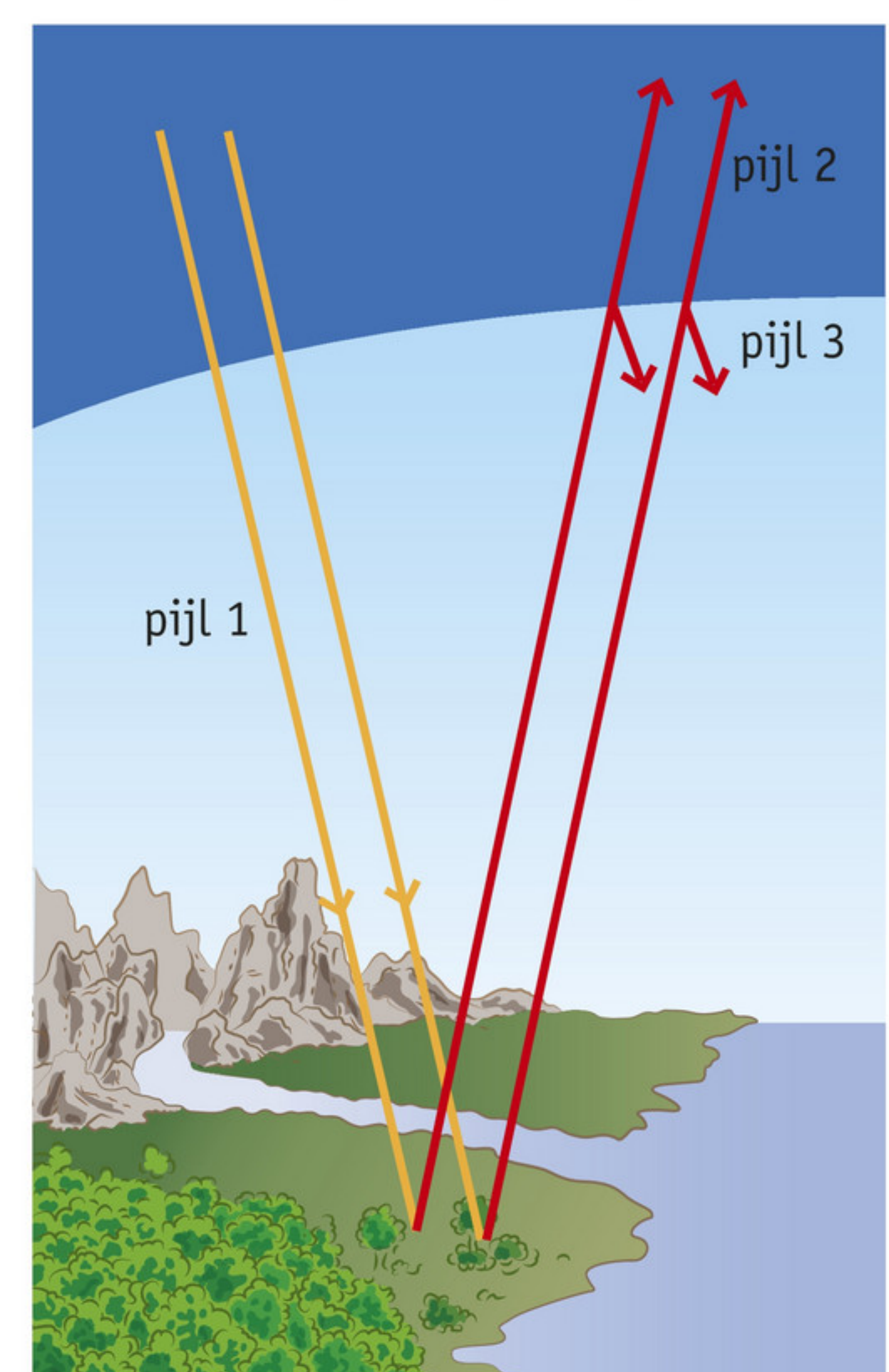
- a** Wat is monocultuur?
- b** Wat zijn voorbeelden van monocultuur?
- ☐ A een akker waarop afwisselend aardappelen en tarwe worden verbouwd
 - ☐ B een akker waarop al jaren maïs wordt verbouwd
 - ☐ C een appelboomgaard
 - ☐ D een weiland waarin al tien jaar alleen Engels raaigras groeit
 - ☐ E een weiland waarin gras en verschillende bloemen groeien
- c** Geef een voorbeeld van een milieuprobleem dat wordt veroorzaakt door monocultuur.

3

In afbeelding 10 zie je een schematische weergave van het broeikaseffect.

- a** Beschrijf wat er gebeurt bij pijl 1, 2 en 3.
- b** Wat zijn de belangrijkste broeikasgassen?
- c** Leg uit dat er zonder het broeikaseffect misschien geen leven zou zijn op aarde.
- d** Wat wordt bedoeld met het versterkte broeikaseffect?
- e** Als de gemiddelde temperatuur op aarde verder stijgt, zal de hoeveelheid waterdamp in de dampkring toenemen door extra verdamping uit oceanen. Neemt hierdoor het broeikaseffect toe of af? Leg je antwoord uit.

Afb. 10 Het broeikaseffect.



4

Samenvatting

Maak je eigen samenvatting, bijvoorbeeld in een mindmap.

INZICHT

5

In de Noordzee leven kabeljauwen, een vissoort. Britse biologen nemen waar dat veel larven van deze vissen eerder in het jaar verschijnen dan veertig jaar geleden. Ze vermoeden dat dit wordt veroorzaakt door de opwarming van het zeewater. Andere soorten, zoals sommige soorten plankton, verschijnen niet eerder of sneller. De Britse biologen veronderstellen dat een verschil in timing tussen kabeljauwlarven en hun prooi het herstel van de populatie kabeljauw in de weg staat: de kabeljauwlarven verhongeren.

- a** Leg uit dat vissenlarven door opwarming van het water eerder in het jaar kunnen verschijnen.
- b** Leg uit wat wordt bedoeld met ‘een verschil in timing tussen larven en hun prooi’.
- c** Leg uit waardoor dit verschil in timing is ontstaan.

6

- a** Leg uit dat het gebruik van fossiele brandstoffen leidt tot een versterkt broeikaseffect.
- b** Waarom denken onderzoekers dat de toename van industrie heeft geleid tot het versterkte broeikaseffect?
- c** Ontbossing is het kappen van bomen om akkers, woningen of industriegebieden aan te leggen. Draagt ontbossing bij aan een versterkt broeikaseffect? Leg je antwoord uit.
- d** Bij de verbranding van biobrandstoffen ontstaat koolstofdioxide. Toch draagt dit koolstofdioxide niet bij aan de opwarming van de aarde. Leg uit hoe dat kan.

7

Hierna staan veranderingen die worden veroorzaakt door de opwarming van de aarde, en gevolgen van die veranderingen.

Combineer elke verandering met het bijbehorende gevolg.

- | | | |
|--|-----------------------|---|
| A De populatie teken in Nederland groeit. | ☐ | ☐ 1 De zeespiegel stijgt. |
| B Droge gebieden worden droger. | ☐ | ☐ 2 Het aantal gevallen van de ziekte van Lyme neemt toe. |
| C Het zeewater warmt op en gletsjers smelten. | ☐ | ☐ 3 Het aantal sterfgevallen in de zomer neemt toe. |
| D In Europa breiden planten en dieren hun leefgebied uit naar het noorden. | ☐ | ☐ 4 In Nederland verschijnen nieuwe soorten en verdwijnen andere soorten. |
| E In Nederland is de gemiddelde temperatuur hoger. | ☐ | ☐ 5 Voedingsgewassen groeien beter. |
| F In Nederland komen meer hittegolven voor. | ☐ | ☐ 6 Vogels kunnen te weinig voedsel vinden om hun jongen te voeden. |
| G Rupsen verschijnen eerder in het jaar. | ☐ | ☐ 7 Woestijnen worden groter. |

8

Je ziet steeds meer elektrische auto's (zie afbeelding 11). Deze auto's rijden op elektriciteit, die wordt opgewekt in aardgascentrales, steenkoolcentrales of met wind- of zonne-energie.

- a** Leg uit dat elektrisch rijden de uitputting van fossiele grondstoffen en de luchtvervuiling kan verminderen.
- b** Leg uit dat ook elektrische auto's zorgen voor uitputting.
- c** Leg uit dat ook elektrische auto's zorgen voor vervuiling.
- d** Dragen elektrische auto's bij aan het versterkte broeikaseffect? Leg je antwoord uit.
- e** Je kunt je op allerlei manieren verplaatsen. Sommige manieren zijn schadelijk voor het milieu, andere zijn minder schadelijk. Zet de manieren van transport in de juiste volgorde. Begin met de manier die het minst schadelijk is voor het milieu. Gebruik eventueel internet om informatie te zoeken.

..... met de bus

..... met een benzineauto

..... met het vliegtuig

..... op de fiets

..... te voet

Afb. 11 Elektrische auto's bij een oplaadpaal.



+ 9

Methaan wordt gemaakt door bacteriën in de maag van koeien bij de vertering van gras. De hoeveelheid methaan in de atmosfeer is veel hoger dan honderd jaar geleden. Leg uit dat meer biodiversiteit in de vegetatie van het grasland kan leiden tot een vermindering van de methaanproductie.

SAMENHANG wetenschap

BROEIKASGAS UIT VEENWEIDEN

Veen is opgebouwd uit dode, niet volledig afgebroken resten van planten. Deze resten zijn gedurende duizenden jaren als dikke pakketten in de bodem samengedrukt. Veengrond houdt veel vocht vast en is daardoor ‘zacht’.

Veenweiden stoten elk jaar evenveel koolstofdioxide de lucht in als twee miljoen auto's. Al dat broeikasgas komt vrij doordat het grondwaterpeil van het veen wordt verlaagd. Daardoor droogt het veen uit en kunnen boeren er met hun zware tractoren op rijden. Maar veen dat eeuwenlang onder het grondwater heeft gelegen en dan ineens aan de lucht wordt blootgesteld, ‘verbrandt’. Onder invloed van de verse zuurstof uit de lucht breken bacteriën de oude plantenresten af, waarna de bodem daalt en het veen grotendeels verbrandt tot koolstofdioxide.

Om dit tegen te gaan experimenteerde Wageningen University & Research met onderwaterdrainage. Met een systeem van buizen in de bodem kan 's zomers het water uit een sloot het droge land in stromen. Dat weiland droogt daardoor minder uit. Daardoor zou er minder veen verbranden. Veenonderzoeker John Couwenberg van Universiteit Greifswald in Duitsland kwam tot een andere conclusie: de bodemdaling, en daarmee de uitstoot van koolstofdioxide, wordt niet verminderd door de drainage. Couwenberg zou het liefst de veengronden weer helemaal nat maken: ‘We zouden er dan een heel ander soort landbouw op moeten bedrijven. Geen gras voor vee, maar bijvoorbeeld waterplanten.’

Bron: ‘De veenweiden spugen evenveel CO₂ uit als twee miljoen uitlaten’, Rob Buiten, Trouw, 6 oktober 2018.

Afb. 12 Veenweiden bij Vinkeveen.



10

Lees de tekst ‘Broeikasgas uit veenweiden’.

- a** Ongeveer tienduizend jaar geleden is in Nederland veen gevormd uit dode plantenresten. Vroeger werd de veengrond afgestoken, gedroogd en gebruikt als brandstof (turf).
Is veen een fossiele brandstof?
- b** Veen dat aan de lucht wordt blootgesteld ‘verbrandt’.
Leg uit wat hiermee wordt bedoeld.
- c** Leg uit dat natter veen minder koolstofdioxide uitstoot.
- d** Wie is verantwoordelijk voor de extra uitstoot van koolstofdioxide door veen: de mens of de natuur? Leg je antwoord uit.
- e** Leg uit waardoor in de zomer de afbraak van veen extra hard gaat.

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

6 Duurzaamheid

LEERDOELEN

- 6.6.12 Je kunt de ecologische voetafdruk van Nederland vergelijken met die van andere landen.
- 6.6.13 Je kunt uitleggen wat duurzaamheid is.
- 6.6.14 Je kunt aangeven wat duurzame oplossingen voor milieuproblemen in Nederland kunnen zijn.
- Practicum 7

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	6.6.12	6.6.13	6.6.14	6.1.1*	6.3.6*
Onthouden	1a	2ab	3c, 4ac		
Begrijpen	1bcd, 5	2cde, 5	3ab, 4bde, 5, 8a		
Toepassen	6, 11a	7a	8bcde, 9, 11d	8e	8e
Analyseren	10	7bc	10, 11bc		

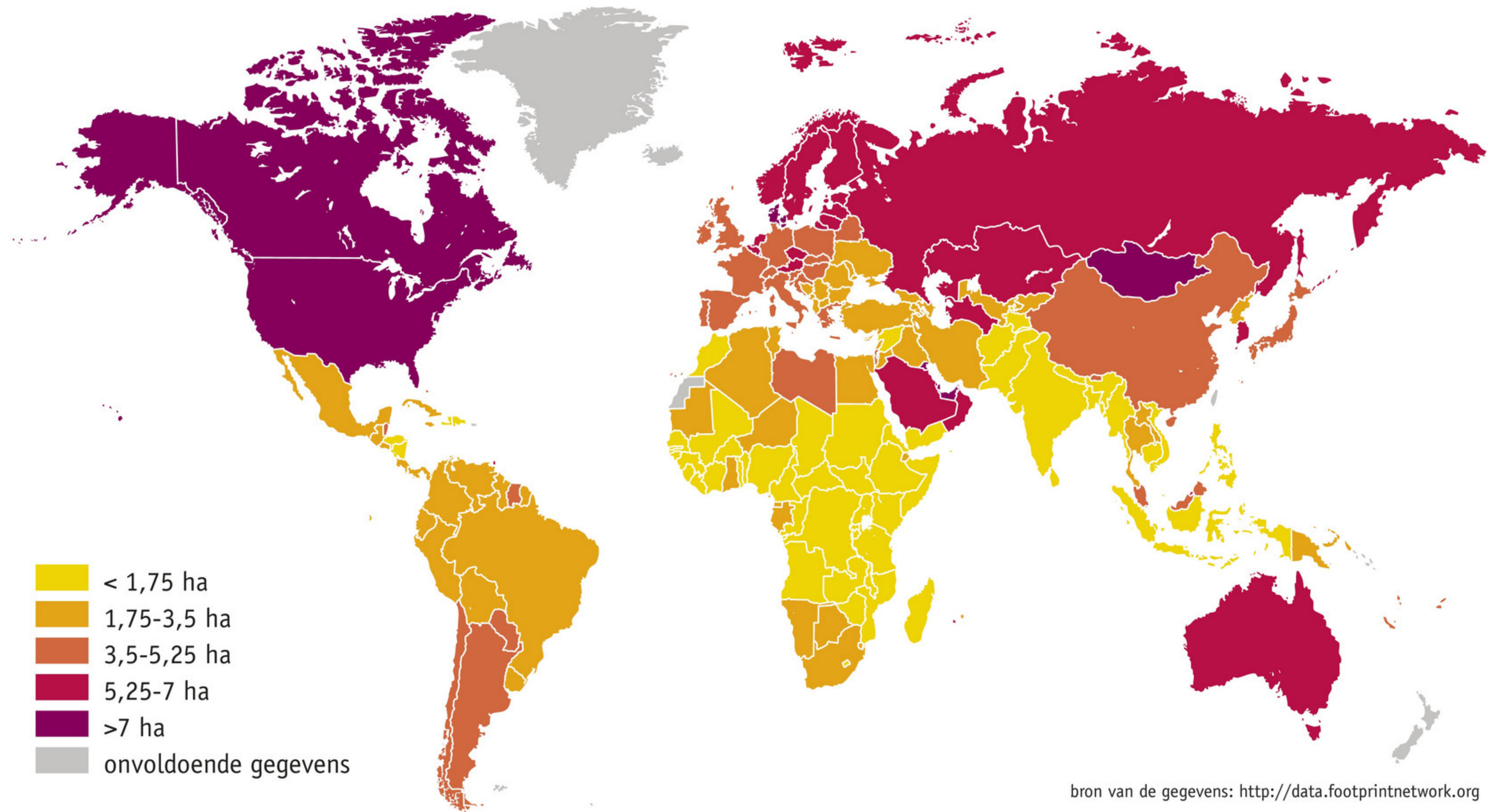
* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

Mensen maken gebruik van de aarde voor voedsel, grondstoffen en energie. Met z’n allen gebruiken we meer dan de aarde kan geven. Er zijn duurzame oplossingen.

ECOLOGISCHE VOETAFDRUK

Ieder mens gebruikt een stukje aarde, want ieder mens gebruikt voedsel, energie en grondstoffen, en ieder mens produceert afval. Je **ecologische voetafdruk** is het land- en wateroppervlak dat nodig is voor jouw consumptie en jouw afval. Hoe meer je consumeert, hoe meer ‘aarde’ daarvoor nodig is. De ecologische voetafdruk wordt uitgedrukt in hectare (ha). Eén hectare is honderd bij honderd meter (100 × 100 m), ongeveer twee voetbalvelden. In afbeelding 1 zie je de grootte van de ecologische voetafdruk per persoon voor verschillende landen.

Afb. 1 Kaart van de ecologische voetafdruk per persoon (2014).



Als we de aarde eerlijk ‘verdelen’, is er voor ieder mens 1,7 ha aarde beschikbaar. De gemiddelde voetafdruk van mensen op aarde is nu 2,6 ha. Dat betekent dat er eigenlijk ruim anderhalve aardbol nodig is om alle mensen te voorzien van voedsel, energie en grondstoffen. We hebben maar één aarde, dus we gebruiken nu meer dan er is. Daardoor raakt de aarde uitgeput.

De gemiddelde voetafdruk van mensen in Nederland is 6,3 ha. Als iedereen op aarde zou leven zoals wij, waren er meer dan drie aardbollen nodig.

DUURZAAMHEID

Als je duurzaam omgaat met het milieu, zorg je ervoor dat het milieu geen schade ondervindt van jouw activiteiten. **Duurzaamheid** betekent dus:

- niet meer stoffen uit het milieu halen dan het milieu kan aanvullen
- niet meer stoffen toevoegen aan het milieu dan het milieu kan verwerken

Een voorbeeld van duurzaamheid is plastics maken uit plantaardige materialen. Van maïsstengels of suikerriet kunnen bouwstenen voor bioplastic worden gemaakt. De grondstoffen raken niet uitgeput en het bioplastic is biologisch afbreekbaar.

Om de opwarming van de aarde te stoppen, milieuproblemen op te lossen en de aarde niet verder uit te putten, zijn duurzame oplossingen nodig. Volgens de Verenigde Naties (VN) is **duurzame ontwikkeling**: ‘... ontwikkeling die aansluit op de behoeften van het heden zonder het vermogen van toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien in gevaar te brengen.’ Anders gezegd: gebruiken wat we nodig hebben en toch de aarde in dezelfde staat doorgeven aan toekomstige generaties. Er is bijvoorbeeld duurzame energie, duurzame landbouw, duurzame huizenbouw en duurzaam ondernemen. Bij al deze vormen van duurzame ontwikkeling gebruik we wat we nodig hebben (zoals energie en grondstoffen), maar zonder het milieu aan te tasten. Hierna staan voorbeelden van duurzame oplossingen voor milieuproblemen in Nederland.

OPLOSSING 1: DUURZAME ENERGIE

Duurzame energie is energie die geen milieuvervuiling veroorzaakt en waarbij de energiebron niet opraakt. Voorbeelden van duurzame energie zijn energie uit biobrandstoffen (biomassa), windenergie, zonne-energie en bodemwarmte. In 2017 kwam 6,6% van de in Nederland opgewekte energie uit duurzame bronnen.

Het grootste deel van de duurzame energie die in Nederland wordt opgewekt, komt uit biomassa. **Biomassa** bestaat uit de energierijke stoffen (eiwitten, koolhydraten en vetten) in organisch materiaal, zoals hout, gft-afval, mest en plantaardige olie. Biomassa kan als brandstof worden verbruikt in elektriciteitscentrales. Bij de verbranding ontstaat wel koolstofdioxide, maar dat is door planten tijdens hun groei ook uit de lucht opgenomen. Daardoor stijgt de hoeveelheid koolstofdioxide in de lucht niet. Biomassa kan ook worden gebruikt als grondstof voor brandstof, zoals biodiesel en biogas. Biomassa heeft ook nadelen. Als gewassen speciaal worden geteeld voor gebruik als biomassa, is hiervoor landbouwgrond nodig. Die grond is dan niet meer beschikbaar om er voedsel op te verbouwen. Bij de teelt van biomassa wordt bovendien vaak kunstmest gebruikt. Ook is er veel water voor nodig.

Windmolens, zonne-energie (zie afbeelding 2) en bodemwarmte zorgen ervoor dat we minder fossiele brandstoffen nodig hebben, waardoor er minder koolstofdioxide en andere schadelijke stoffen in het milieu komen.

Afb. 2 Zonne-energie.

1 een zonneboiler om water te verwarmen



2 zonnepanelen om elektriciteit mee op te wekken

OPLOSSING 2: DUURZAME GRONDSTOFFEN

Bij **hergebruik** wordt een voorwerp opnieuw gebruikt, zoals statiegeldflessen of tweedehands kleding. Bij **recycling** worden afvalproducten als grondstoffen gebruikt voor nieuwe producten. Papier, glas, metalen en kleding worden voor een groot deel gerecycled. Auto's en elektrische apparaten (zoals tv's en computers) worden eerst gedemonteerd. Sommige delen worden hergebruikt, andere gerecycled. Er zijn ook producten die in hun geheel bruikbaar zijn als grondstof nadat het product is afgedankt. Een voorbeeld zijn biologisch afbreekbare bakjes voor patat, die na gebruik kunnen dienen als compost (voedingsstoffen) voor planten.

Voor het maken van kleding zijn veel grondstoffen en energie nodig. 'Fast fashion' is dan ook een belangrijke oorzaak van vervuiling en uitputting van het milieu. Fast fashion betekent: veel (goedkope) kleding kopen, deze kort dragen en dan weer weggooien. Het maken van kleding kost ook veel water. Voor één spijkerbroek is bijvoorbeeld zo'n achtduizend liter water nodig. Ook worden in de kledingindustrie veel land, aardolie, energie, verf en andere chemicaliën gebruikt. Duurzame kleding is gemaakt van gerecyclede grondstoffen of van grondstoffen die het milieu weinig belasten, zoals tencel. In tabel 1 zie je hoe duurzaam verschillende stoffen zijn (hoe minder kruisjes, hoe duurzamer).

Tabel 1 Vergelijking kledingmaterialen voor één kilogram stof.

Type doek (1 kg)	Klimaat	Landgebruik	Watergebruik	Grondstoffen	Chemicaliën
Acryl	x	x	x	xxx	x
Elastaan (Lycra)	x	x	x	xxx	xxx
Hennep	x	xx	x	x	x
Katoen (biologisch)	x	xxx	xxx	x	x
Katoen (gerecycled)	x	x	x	x	x
Katoen (nieuw)	x	xx	xxx	x	xxx
Linnen	x	xx	x	x	x
Polyamide (nylon)	xx	x	x	xxx	xx
Polyester	x	x	x	xxx	xxx
Polyester (gerecycled)	x	x	x	xx	x
Tencel (Lyocell)	x	x	x	x	x
Viscose (rayon)	x	xx	x	x	xxx
Wol	xxx	xxx	x	xx	xxx
Zijde	xxx	xxx	xxx	xxx	x

Bron: MilieuCentraal, *De impact van kleding*, 2019.

Naast duurzamere grondstoffen kun je natuurlijk ook *minder* grondstoffen gebruiken. Want hoe minder mensen consumeren, hoe minder grondstoffen er nodig zijn. Manieren om minder te consumeren zijn bijvoorbeeld:

- Een apparaat laten repareren als het kapot is, in plaats van een nieuw apparaat te kopen.
- Minder kleding kopen en vaker tweedehands kleding kopen.
- Spullen langer gebruiken voor je ze weggooit of vervangt.

OPLOSSING 3: DUURZAME LANDBOUW

De grote hoeveelheid voedsel die in de toekomst nodig is, kan met de bestaande methoden niet worden verbouwd op de huidige land- en tuinbouwgrond. Nieuwe landbouwtechnieken kunnen bijdragen aan een duurzame oplossing. Voorbeelden van nieuwe manieren van voedsel produceren zijn stadslandbouw en verticale landbouw. Ook precisielandbouw, kringlooplandbouw en biologische landbouw kunnen bijdragen aan het duurzamer maken van de landbouw.

Stadslandbouw is voedsel verbouwen in een stedelijke omgeving. Stadslandbouw vindt vaak plaats in gebouwen of op daken. Als voedsel in de stad wordt verbouwd, kan het ook direct in dezelfde stad worden verkocht. Daardoor is minder transport nodig. Bij **verticale landbouw** worden gewassen gekweekt in bakken boven elkaar (verticaal) met behulp van ledlicht (zie afbeelding 3). Hierdoor is veel minder grond nodig. Door het gebruik van verschillende kleuren licht kan de fotosynthese van planten worden beïnvloed. Hiermee kan de opbrengst worden vergroot.

Afb. 3



1 verticale landbouw



2 precisielandbouw

Precisielandbouw maakt gebruik van technologie om planten heel precies te geven wat ze nodig hebben (voedingsstoffen, licht, water). Een boer gebruikt dan bijvoorbeeld gps, robots, sensoren, drones en computers. De boer bepaalt hierbij niet per veld wat er moet gebeuren, maar per vierkante meter en soms zelfs per plant. Hiermee kan veel worden bespaard op energie en grondstoffen, terwijl de opbrengst van de gewassen niet lager of zelfs hoger wordt.

Bij **kringlooplandbouw** is niet de productie van zo veel en zo goedkoop mogelijk voedsel het belangrijkste, maar een duurzame omgang met natuurlijke hulpbronnen als bodem, lucht en water. Alle biomassa (plantaardig en dierlijk) wordt op de best mogelijke manier gebruikt. Afval wordt hergebruikt als grondstof. Bijvoorbeeld: voedsel dat wij niet meer eten, wordt gebruikt als voer voor dieren. Bij kringlooplandbouw maken boeren slim gebruik van natuurlijke processen (ecologie), gaan ze zuinig om met grondstoffen en zorgen ze voor zo min mogelijk belasting van het milieu en de natuur.

De **biologische landbouw** verbouwt voedsel op een andere manier dan de gangbare landbouw. Biologische landbouw maakt bijvoorbeeld geen gebruik van kunstmest, maar gebruikt alleen mest van dieren, en niet meer dan planten kunnen opnemen. De biologische landbouw werkt niet met monoculturen en gebruikt geen chemische gewasbeschermingsmiddelen. Onkruid wordt mechanisch verwijderd (met de hand of met machines). Een nadeel van de biologische landbouw is dat de opbrengsten vaak lager zijn. Daardoor is meer grond nodig om evenveel voedsel te produceren. Ook zijn de productiekosten hoger, waardoor biologisch voedsel duurder is.

OPLOSSING 4: MINDER VERVUILING

De Nederlandse regering en de landen van de Europese Unie stellen samen regels op waaraan mens, industrie en landbouw zich moeten houden. Allerlei maatregelen gaan milieuvervuiling tegen. Schepen en fabrieken mogen schadelijke stoffen niet lozen in het milieu, maar moeten ze opvangen en op een goede manier verwerken. Afvalwater wordt in Nederland gezuiverd voor het in het oppervlaktewater wordt geloosd. Auto's hebben katalysatoren gekregen, waardoor de uitlaatgassen minder vervuילend zijn. Fabrieken hebben filters in hun schoorstenen aangebracht, en boeren filteren de lucht uit de stallen. In veel andere delen van de wereld zijn deze regels en afspraken er niet. Daar komt nog erg veel vervuiling voor.

Maar ook in Nederland kunnen mensen de vervuiling van het milieu verder verminderen. Oplossingen voor luchtvervuiling zijn bijvoorbeeld:

- minder scooter- en autorijden, vaker het openbaar vervoer of de fiets nemen
- geen vuurwerk afsteken met oud en nieuw
- geen hout stoken in houtkachel, vuurkorf of open haard

OPLOSSING 5: MINDER BROEIKASGASSEN

Om de hoeveelheid koolstofdioxide die in de lucht terechtkomt te verminderen, is het belangrijk dat we minder energie gebruiken. Vooral ons gebruik van fossiele brandstoffen zorgt voor uitstoot van koolstofdioxide. Door minder fossiele brandstoffen te gebruiken, kunnen we de uitstoot terugdringen.

Dit wordt onder andere bereikt door gebouwen te isoleren en door zuinige apparaten te gebruiken. Met behulp van energielabels kun je zien hoe zuinig een huis, apparaat of auto is (zie afbeelding 4).

Ook aanpassingen in de veeteelt kunnen bijdragen aan het terugdringen van broeikasgassen. In de maag van herkauwers als koeien en schapen wordt namelijk methaan geproduceerd. Een gemiddelde koe produceert per jaar 90 kg methaan, vergelijkbaar met de bijdrage aan het broeikaseffect van 120 L benzine. Er wordt onderzoek gedaan naar manieren om de productie van methaan te verminderen.

Afb. 4 Energielabels.



1 energielabel van een huis



2 energielabel van een auto

ZELF DUURZAME KEUZEN MAKEN

Hoe help jij mee om minder energie te verbruiken? Doe jij bijvoorbeeld het licht uit als je niet op je kamer bent? En koop je weleens iets bij de kringloopwinkel?

Dingen die je zelf kunt doen, zijn onder andere:

- afval in een afvalbak gooien en niet op straat
- de verwarming een graadje lager zetten
- geen plastic tasjes en plastic verpakkingen gebruiken
- korter douchen (scheelt water en gas of elektriciteit)
- letten op keurmerken op producten, bijvoorbeeld schriften (milieuvriendelijk papier)
- minder nieuwe kleding kopen, kleding langer dragen
- reizen met de trein in plaats van met het vliegtuig
- vaker de fiets nemen in plaats van de auto of de scooter

Afb. 5 Tien betrouwbare keurmerken.



KENNIS

1

- Wat wordt bedoeld met je ecologische voetafdruk?
- Hoeveel vierkante meter aarde is er voor iedere mens beschikbaar?
- Hoeveel vierkante meter wordt nu gemiddeld gebruikt door iedere Nederlander?
- De gemiddelde voetafdruk van een inwoner van Qatar is 11,8 ha.
Hoeveel aardbollen zouden er nodig zijn om alle mensen te voorzien van voedsel, energie en spullen als alle mensen op aarde net zo zouden leven als de inwoners van Qatar?

..... aardbollen

2

- Wat is duurzaamheid?
- Waarom zijn bioplastics duurzaam? Geef twee redenen.
- Waarom is energie uit biomassa duurzaam? Geef twee redenen.
- Waarom is zonne-energie een duurzame energiebron? Geef twee redenen.
- Wat betekent 'duurzame ontwikkeling voor de generaties na ons'?

3

- Wat is het doel van recycling?
- Op welke manier wordt dit doel bereikt?
- Wat zijn manieren om ervoor te zorgen dat er minder grondstoffen worden gebruikt? Geef er minstens drie.

4

- a Wat is stadslandbouw?
- b Wat is een voordeel van stadslandbouw?
- c Wat is verticale landbouw?
- d Wat is een voordeel van verticale landbouw?
- e Zowel bij precisielandbouw als bij kringlooplandbouw wordt verspilling van energie en grondstoffen tegengegaan, maar de manier waarop dat gebeurt, is verschillend. Beschrijf het verschil.

5



Samenvatting

Duurzame ontwikkeling:

Ecologische voetafdruk:

	Duurzame oplossing(en)
Broeikasgassen	
Energie	
Grondstoffen	
Landbouw	
Vervuiling	

INZICHT

6

Duitsland is economisch vergelijkbaar met Nederland. Daar wordt ongeveer evenveel geld verdiend en hebben mensen dezelfde levensstandaard. Toch is de ecologische voetafdruk van Duitsland met 4,6 ha een stukje kleiner. Waardoor zou de voetafdruk van Duitsers kleiner kunnen zijn dan die van Nederlanders?

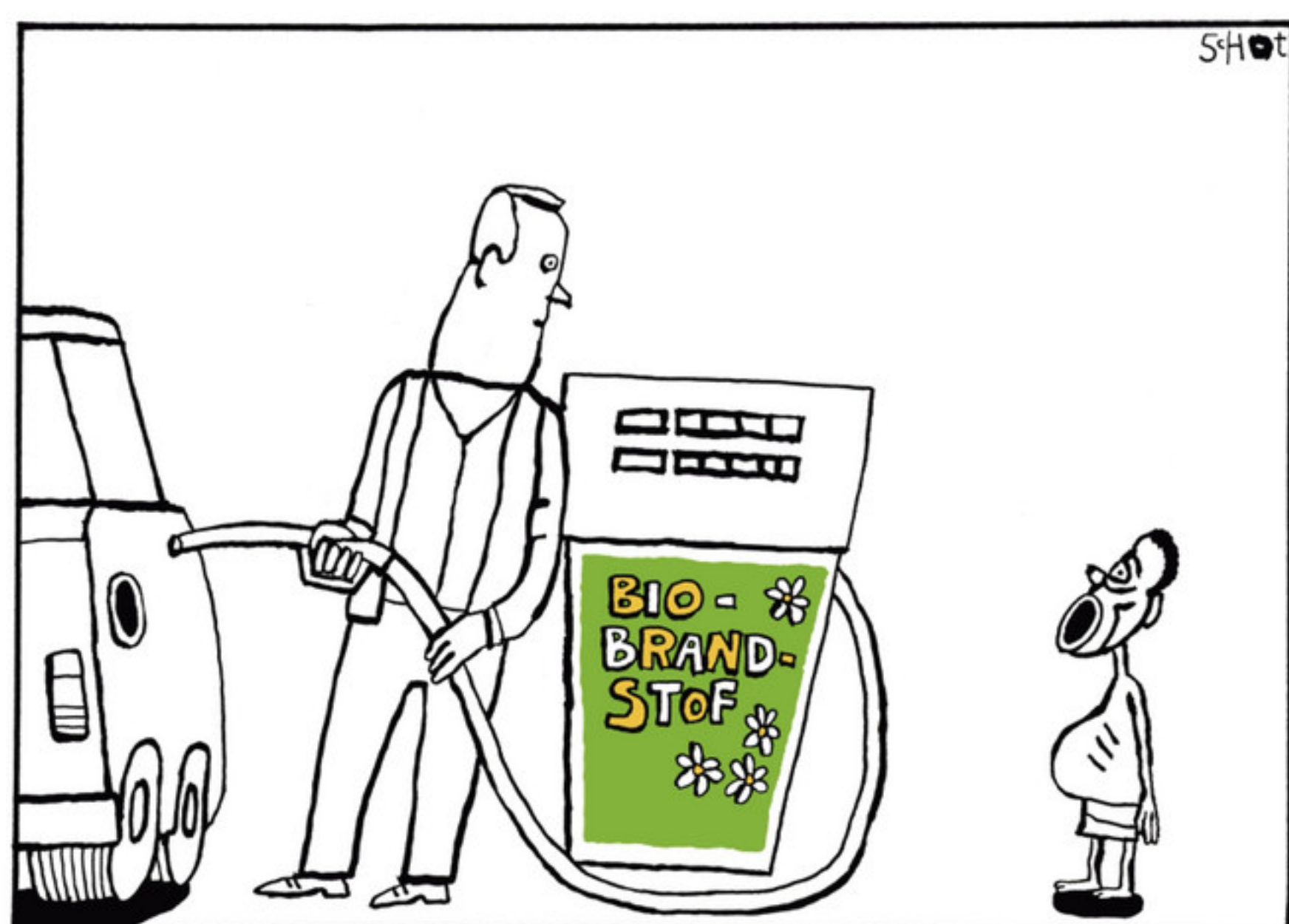
7

- a** Het Zwitserse merk Freitag tovert gebruikte dekzeilen van vrachtwagens, autogordels, fietsbanden en airbags om in tassen en accessoires.
Leg uit waarom de productie van de Freitag-tassen een voorbeeld is van duurzame ontwikkeling.
- b** Life Materials is een bedrijf dat 'MuSkin' maakt. MuSkin is materiaal voor kleding dat vergelijkbaar is met leer (gemaakt van dierenhuiden) of nepleer (gemaakt van kunststof). De basis van MuSkin ('mushroom skin') zijn paddenstoelen.
Leg uit dat de productie van MuSkin duurzamer is dan die van kunstleer.
- c** Leer is gemaakt van dierenhuiden, ook een natuurlijk materiaal.
Leg uit dat de productie van leer van koeienhuiden minder duurzaam is dan de productie van MuSkin.

8

- a** In afbeelding 6 zie je een cartoon over het verbruik van biobrandstof.
Leg uit wat de tekenaar met de cartoon bedoelt.
- b** Sommige biobrandstoffen worden gemaakt uit afvalhout, landbouwafval (zoals stro en kaf, de harde laag om graankorrels) of gebruikt frituurvet.
Wat is het voordeel van deze biobrandstoffen?
- c** Er zijn ook biobrandstoffen die worden gemaakt uit algen (eencellige planten). De algen worden speciaal gekweekt voor de productie van biobrandstof.
Wat is een voordeel van biobrandstof uit algen?
- d** Palmolie wordt gebruikt als plantaardige olie in voedingsmiddelen en andere producten. Palmolie is ook zeer geschikt om er biodiesel van te maken. Om meer palmolie te kunnen produceren, wordt op Borneo regenwoud gekapt om oliepalmlantages aan te leggen. In de periode 2000–2010 nam het bosoppervlak af met gemiddeld 498 000 ha per jaar.
Hoeveel voetbalvelden aan bosoppervlak gingen in deze periode op Borneo per uur verloren om plaats te maken voor olieplantages? Ga voor een voetbalveld uit van 100 m × 50 m.
- e** In het beschermde natuurgebied Sebangau op Borneo leefden in 1995 nog 12 000 orang-oetans. Nu zijn dat er tussen de 7000 en 9000.
Leg uit hoe de afname van het aantal orang-oetans een gevolg kan zijn van de aanleg van palmolieplantages.

Afb. 6 Biobrandstof.



9



Welke dingen doe je zelf om duurzamer te leven? Bij 9 en 10 kun je eigen oplossingen invullen.

Duurzame oplossing	Doe ik al	Wil ik wel proberen
1 Afval in een afvalbak gooien en niet op straat		
2 De verwarming een graadje lager zetten		
3 Geen plastic tasjes en plastic verpakkingen gebruiken		
4 Korter douchen (scheelt water en gas of elektriciteit)		
5 Letten op keurmerken op producten, bijvoorbeeld schriften (milieuvriendelijk papier)		
6 Minder nieuwe kleding kopen, kleding langer dragen		
7 Reizen met de trein in plaats van met het vliegtuig		
8 Vaker de fiets nemen in plaats van de auto of de scooter		
9		
10		

+ 10

In de toekomst is waarschijnlijk veel meer voedsel nodig, omdat er veel meer mensen op aarde zullen wonen. Deze grote hoeveelheid voedsel kan niet met bestaande methoden worden verbouwd op de huidige landbouwgrond.
Leg uit waarom nog meer grond in gebruik nemen voor voedselproductie geen duurzame oplossing is voor dat probleem.

SAMENHANG leefwereld

VERS VERTICAAL VOEDSEL

Verticale landbouw is een nieuwe vorm van landbouw, waarbij een grotere oogst wordt gerealiseerd met een kleinere ecologische voetafdruk. Bij verticale landbouw kan de teler heel precies de verlichting, temperatuur, klimaat en voeding van de planten regelen. Op die manier kan er per gewas worden bekeken wat het juiste ‘groeirecept’ is. Daardoor is er weinig verspilling.

Ook kunnen telers zo de kenmerken van een gewas bepalen. Door het ‘recept’ aan te passen, kunnen ze bepaalde stoffen in de gewassen verhogen of juist verlagen. Een voorbeeld is het stikstofgehalte in sla, maar ook het gehalte aan voedingsstoffen en vitaminen is te beïnvloeden. Verticale landbouw vindt plaats in of vlak bij steden. Daardoor kunnen telers precies telen wat ze nodig hebben en inspelen op de vraag vanuit de markt. De hoeveelheid verspilling en afval wordt verminderd en gewassen komen sneller – en dus verser – bij de klant.

Verticale landbouw is dus duurzaam, en niet alleen doordat er minder verspilling plaatsvindt. Doordat de planten in gecontroleerde afgesloten ruimten staan, is de kans op ziekten kleiner. Daardoor zijn er geen bestrijdingsmiddelen nodig. Ten slotte is er voor de teelt in zo’n gesloten installatie ruim 90% minder water nodig dan bij traditionele land- of tuinbouw. Daardoor kunnen ook in droge gebieden gewassen worden geteeld.

Bron: <https://duurzaambedrijfsleven.nl>, ‘City Farming: vers voedsel in een kortere keten’, Chris Thijssen, 15 november 2015.

Afb. 7 Basilicumplantjes worden geteeld met gekleurd ledlicht.



11

Lees de tekst 'Vers verticaal voedsel'.

- a** Welke maatregelen in de tekst maken de ecologische voetafdruk minder groot? Noteer er minstens drie.
- b** Leg uit waardoor er in de verticale landbouw minder water nodig is dan in de reguliere landbouw.
- c** Door afgesloten, gecontroleerde ruimten is de kans op ziekten kleiner.
Wat zou nog een reden kunnen zijn dat er minder gewasbeschermingsmiddelen nodig zijn?
- d** Hoe kan verticale landbouw een oplossing zijn voor het voedselvraagstuk in droge gebieden?

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

Samenhang

GLASAALSMOKKELAARS GESNAPT

In april 2018 deed de douane op Schiphol een opmerkelijke vondst in de bagage. In de koffers van twee Chinezen vonden ze 36 zakken vol wriemelende babypalinkjes. Het Chinese stel werd veroordeeld tot een halfjaar cel voor smokkel en dierenmishandeling.

MILIEUMISDAAD

Met het smokkelen van babypalinkjes ('glasaal') deden de Aziaten mee aan de grootste milieumisdaad van Europa. Elk jaar wordt bijna een kwart van alle Europese babypalingen (*Anguilla anguilla*) naar Azië gesmokkeld. Het doel: de palinkjes grootbrengen tot volwassen palingen van meer dan een meter lang en ze dan verkopen aan restaurants. Vooral in Japan zijn palingen, die als vette vis een rijke smaak hebben, een delicatessen. Voor twee plakjes paling betaal je omgerekend zo'n € 40,-. Van de Japanse paling (*Anguilla japonica*) zijn er door de enorme consumptie steeds minder dieren, vandaar dat restaurants op zoek zijn naar andere manieren om aan paling te komen. Europese paling lijkt qua uiterlijk en smaak zoveel op de Japanse paling dat weinig mensen het verschil merken. Glasaal smokkelen naar Azië brengt daardoor meer geld op dan de handel in ivoor. In Japan wordt er wel 33 000 euro betaald voor een kilogram glasaal.

Afb. 1 Glasaaltjes.



Waarom kweken ze in Azië dan niet gewoon zelf paling? Het antwoord is simpel: dat is nog nooit iemand gelukt. Europese palingen paren in de natuur diep in de Sargassozee, op 22°30' noorderbreedte, 48°65' westerlengte. De larven die uit de bevruchte eitjes komen, beginnen aan een immense reis van 6000 km naar Europa. Als ze de kust naderen, ontwikkelen de bladvormige larven zich tot doorzichtige glasaaltjes. Eenmaal in zoet water groeien de glasaaltjes en worden ze goudkleurig. Pas na tien jaar of meer worden palingen volwassen. Ze krijgen dan een zilveren kleur, hun ogen worden groter en ze maken zich gereed voor de reis naar de Sargassozee, waar ze zich zullen voortplanten. Tijdens hun terugreis naar de Sargassozee eten de palingen niet; onderweg ontwikkelen de geslachtsorganen zich.

HORMONEN

Na veel experimenteren is het wetenschappers nu gelukt palingen in gevangenschap te laten paren. Ze gebruikten daarvoor afwisselend zoet en zout water. Ook voegden ze hormonen aan het water toe. De palingen kregen eitjes en die kwamen zelfs uit, maar het is nog niet gelukt de larven langer dan een week in leven houden. Het probleem: we weten gewoon niet wat een palinglarve precies eet.

WATERBEHEER

Omdat er in Azië veel vraag is naar paling, vangen stropers glasaaltjes en verkopen die aan smokkelaars. Daardoor sluit het net zich nog verder om de Europese paling. De paling is namelijk ernstig bedreigd, nog meer dan de reuzenpanda. Het aantal glasalen in Europa is nog maar zo'n 10% vergeleken met een halve eeuw geleden. De oorzaak is een combinatie van factoren. Watervervuiling met schadelijke chemische stoffen en zware metalen, veranderde zeestromen, toegenomen visserij, verlies van leefgebied, bloedzuigende rondwormen en maatregelen voor waterbeheer in Nederland spelen waarschijnlijk allemaal een rol. Gemalen, stuwdammen en dijken zorgen ervoor dat glasalen niet meer stroomopwaarts kunnen zwemmen, en oudere vissen niet meer stroomafwaarts. De paling komt vast te zitten of wordt stukgehakt in de gemalen.

Om de smokkel van palingen beter te controleren, is de Operatie LAKE opgestart, een grote actie om de smokkel van wilde dieren tegen te gaan. Onder andere Interpol (internationale politie) en Europol (Europese politie) doen daaraan mee. Misschien heeft de paling nog een kans.

Bron: 'De maffia smokkelt nu babypaling: even lucratief als cocaïne, maar met een pak kans van bijna nul', Marcus Pfeil, De Correspondent, 18 augustus 2018, en Max Wastiaux, projectmedewerker Good Fish Foundation (GFF).

OPDRACHTEN

1

- a** Uit welke vijf stappen bestaat de levenscyclus van een paling?
- b** Waarom is het te verwachten dat palinglarven niet hetzelfde eten als goudkleurige palingen?
- c** Palingen eten in Nederland onder andere muggenlarven, kleine baarzen, mossels en vlokreeften.
Welke positie hebben palingen in het voedselweb van het IJsselmeer?
- d** Onderweg naar de Sargassozee eten de volwassen palingen niet.
Welke positie hebben de palingen dan in een voedselketen?

2

Het teruglopen van het aantal palingen heeft verschillende oorzaken.

- a** Welke factoren zijn door mensen veroorzaakt of gestimuleerd?
 - ☐ A bloedzuigende rondwormen
 - ☐ B toegenomen visserij
 - ☐ C veranderde zeestromen
 - ☐ D verlies van leefgebied
 - ☐ E watervervuiling met chemische stoffen
- b** Welke factoren zijn biotische factoren?
 - ☐ A bloedzuigende rondwormen
 - ☐ B toegenomen visserij
 - ☐ C veranderde zeestromen
 - ☐ D verlies van leefgebied
 - ☐ E watervervuiling met chemische stoffen
- c** Leg uit hoe sommige maatregelen bij het Nederlandse waterbeheer een toename van het aantal palingen bemoeilijken.
- d** Is de Europese palingpopulatie in biologisch evenwicht? Leg je antwoord uit.

3

- a** Paling is een vette vis.
Is de biomassa van een paling gelijk aan zijn vetgehalte? Leg je antwoord uit.
- b** Leg uit dat het eten van paling meer gezondheidsrisico's met zich mee kan brengen dan het eten van magere vis, zoals koolvis.
- c** Paling die in Japan wordt verkocht, kan afkomstig zijn van glasalen die uit Europa zijn gesmokkeld.
Hoe zouden inspecteurs kunnen nagaan of paling in een Japans restaurant afkomstig is van Europese glasalen?
- d** Vis in de supermarkt heeft soms het keurmerk 'ASC' of 'MSC'. MSC is een keurmerk voor duurzame, in het wild gevangen vis. ASC is een keurmerk voor duurzame kweekvis. Er bestaat echter (nog) geen paling met ASC- of MSC-keurmerk.
Hoe zou dit komen?

4

- a** Hebben wilde palingen in Nederland geslachtsgemeenschap?
- b** Welke factoren die de ontwikkeling van geslachtsorganen stimuleren, ontbreken in de Europese wateren? *abiotische / biotische* factoren
- c** Zou het mogelijk zijn om door 'gene editing' geslachtsorganen te laten ontstaan bij palingen in Nederland?

5

- a** Welke vorm van natuurbeheer zou men in Nederland kunnen toepassen zodat de paling weer in aantal kan toenemen?
- b** Waarom is het niet genoeg als alleen Nederland goed beheer toepast?
- c** Is herintroductie van de paling in Nederlandse wateren een mogelijkheid om het aantal palingen weer te doen toenemen? Leg je antwoord uit.
- d** De achteruitgang van het aantal palingen is een probleem op het niveau van *de biosfeer / een biotoop / een ecosysteem / een levensgemeenschap / een populatie / het individu*.

6

- a** Een leerling zegt: 'De beste manier om de paling te redden, is onderzoeken hoe we ze in gevangenschap kunnen laten voortplanten.'
Ben je het daarmee eens? Leg je antwoord uit.
- b** Een andere leerling zegt: 'De vangst en verkoop van paling in Nederland zou verboden moeten worden.'
Ben je het daarmee eens? Leg je antwoord uit.

7 Energiestroom in een ecosysteem

LEERDOEL

6.7.15 Je kunt de energiestroom in een ecosysteem beschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	6.7.15	6.1.3*
Onthouden		
Begrijpen	1, 2abc, 3, 4a	
Toepassen	2d, 4b	2d
Analyseren	4c, 5	

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

In planten vindt fotosynthese plaats doordat planten bladgroen hebben. Bij de fotosynthese wordt uit koolstofdioxide en water een energierijke stof (glucose) gemaakt.

AUTOTROOF EN HETEROTROOF

Glucose dient als grondstof voor het maken van alle stoffen waaruit een plant bestaat. Om die stoffen te kunnen maken nemen planten mineralen op uit de bodem. Planten voeden zich dus niet met andere organismen. De stoffen die ze nodig hebben om te leven halen ze uit de levenloze natuur. Als een organisme geen andere organismen als voedsel nodig heeft, noem je dat organisme **autotroof** (*autos* = zelf, *trophein* = voeden).

Organismen zonder bladgroen kunnen zich niet in leven houden met alleen stoffen uit de levenloze natuur. Stoffen uit de levenloze natuur bevatten weinig energie. Organismen zonder bladgroen kunnen uit deze energiearme stoffen zelf geen energierijke stoffen maken. Ze moeten dus energierijke stoffen binnenkrijgen met hun voedsel. Daartoe moeten ze (delen van) andere organismen eten.

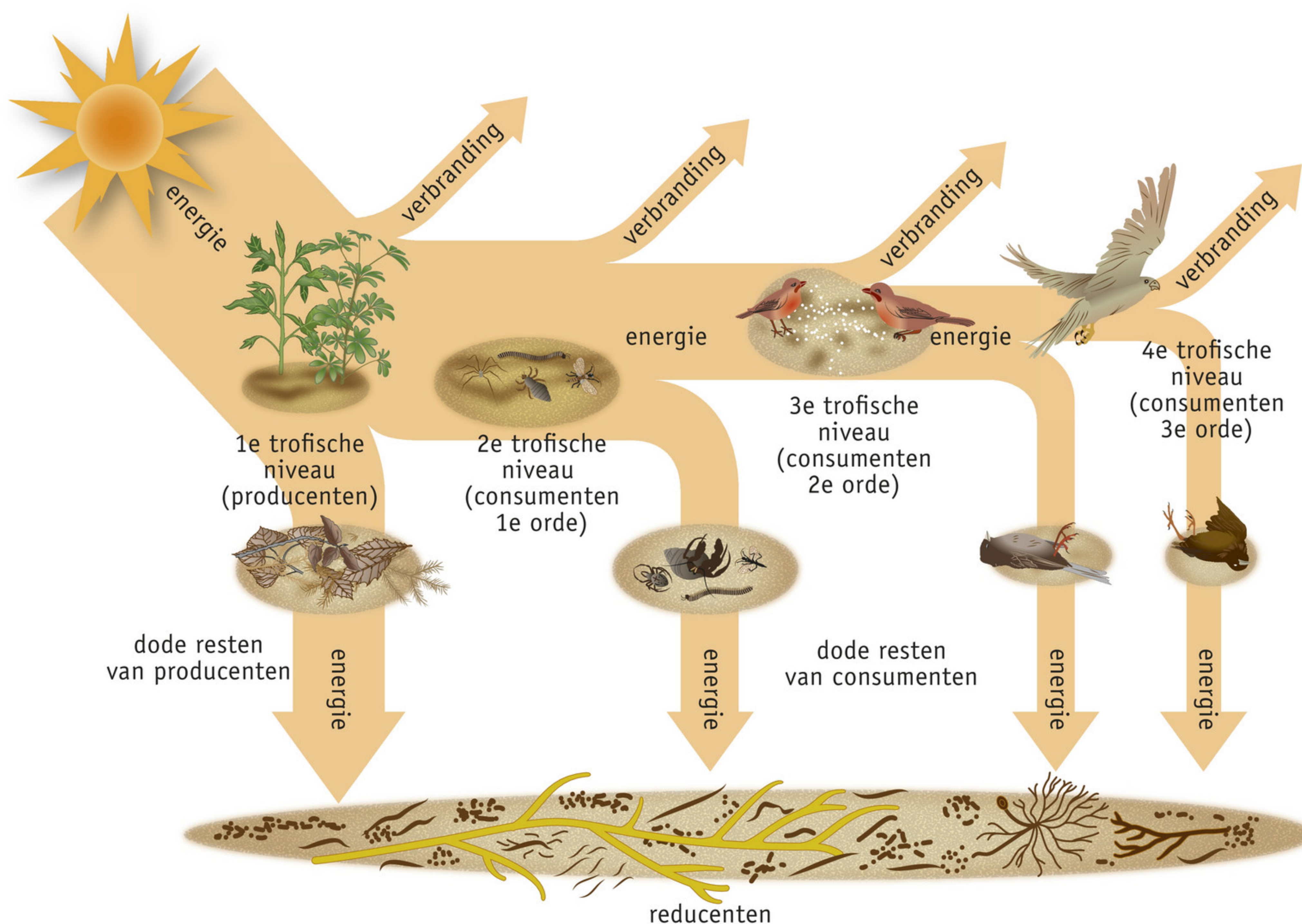
Dieren, schimmels en de meeste bacteriën hebben geen bladgroen. Deze organismen voeden zich met andere organismen. Je noemt deze organismen **heterotroof** (*heteros* = ander, *trophein* = voeden).

ENERGIESTROOM

De plaats van een organisme in een voedselketen noem je het **trofische niveau**. Producenten zijn autotroof en vormen het eerste trofische niveau, consumenten van de eerste orde het tweede trofische niveau, consumenten van de tweede orde het derde trofische niveau, enzovoort. In elk trofisch niveau neemt de biomassa af. Dit komt doordat de energie in het voedsel op verschillende manieren wordt gebruikt.

In ecosystemen wordt energie van het ene trofische niveau doorgegeven aan het volgende trofische niveau. Er is sprake van een **energiestroom** (zie afbeelding 1). Planten leggen energie uit (zon)licht vast in glucose door middel van fotosynthese. Bij de verbranding van glucose komt de energie weer vrij. Daarom noem je glucose een **energieerijke stof**.

In planten ontstaan uit glucose andere stoffen. Omdat de energie uit de glucose nu in deze andere stoffen zit, zijn dit ook energierijke stoffen. Voorbeelden van zulke stoffen zijn DNA, eiwitten, koolhydraten en vetten. Het zijn de bouwstoffen waaruit organismen bestaan.

Afb. 1 Energiestroom in een ecosysteem.

Om deze bouwstoffen te produceren is energie nodig. Hiertoe verbrandt de plant een deel van de glucose. Ook voor andere processen, zoals het vervoer van stoffen, is energie nodig. Door de verbranding is een deel van de energie niet beschikbaar voor het volgende trofische niveau, maar gaat verloren als warmte.

Van de biomassa van de producenten wordt een deel gegeten door consumenten. De energie in deze producenten wordt zo doorgegeven aan het volgende trofische niveau. De consumenten gebruiken een deel van de energierijke stoffen om te groeien. Hun biomassa wordt hierdoor groter. De rest van de energierijke stoffen wordt verbrand. Hierdoor komt energie vrij om bijvoorbeeld te bewegen.

Bij elke schakel van een voedselketen ontstaat afval van organismen en sterven individuen zonder dat ze worden gegeten. De energierijke stoffen van deze dode resten verdwijnen uit de voedselketen. De energie in deze energierijke stoffen wordt benut door reducenten. Uiteindelijk worden alle energierijke stoffen verbrand. Water en koolstofdioxide komen daardoor weer beschikbaar voor planten, die de energie uit zonlicht opnieuw kunnen vastleggen.

OPDRACHTEN

1

- Wanneer heet een organisme autotroof?
- Wanneer heet een organisme heterotroof?
- Nemen autotrofe organismen energiearme stoffen uit hun milieu op? *ja / nee*
 - Nemen autotrofe organismen energierijke stoffen uit hun milieu op? *ja / nee*
- Nemen heterotrofe organismen energiearme stoffen uit hun milieu op? *ja / nee*
 - Nemen heterotrofe organismen energierijke stoffen uit hun milieu op? *ja / nee*

2

Organismen worden ingedeeld in rijken, waaronder bacteriën, dieren, planten en schimmels.

- a In welk rijk zijn de organismen autotroof?
in het rijk van de *bacteriën / dieren / planten / schimmels*
- b In welke rijken zijn de organismen heterotroof?
in het rijk van de *bacteriën / dieren / planten / schimmels*
- c Beantwoord de vragen in de tabel.

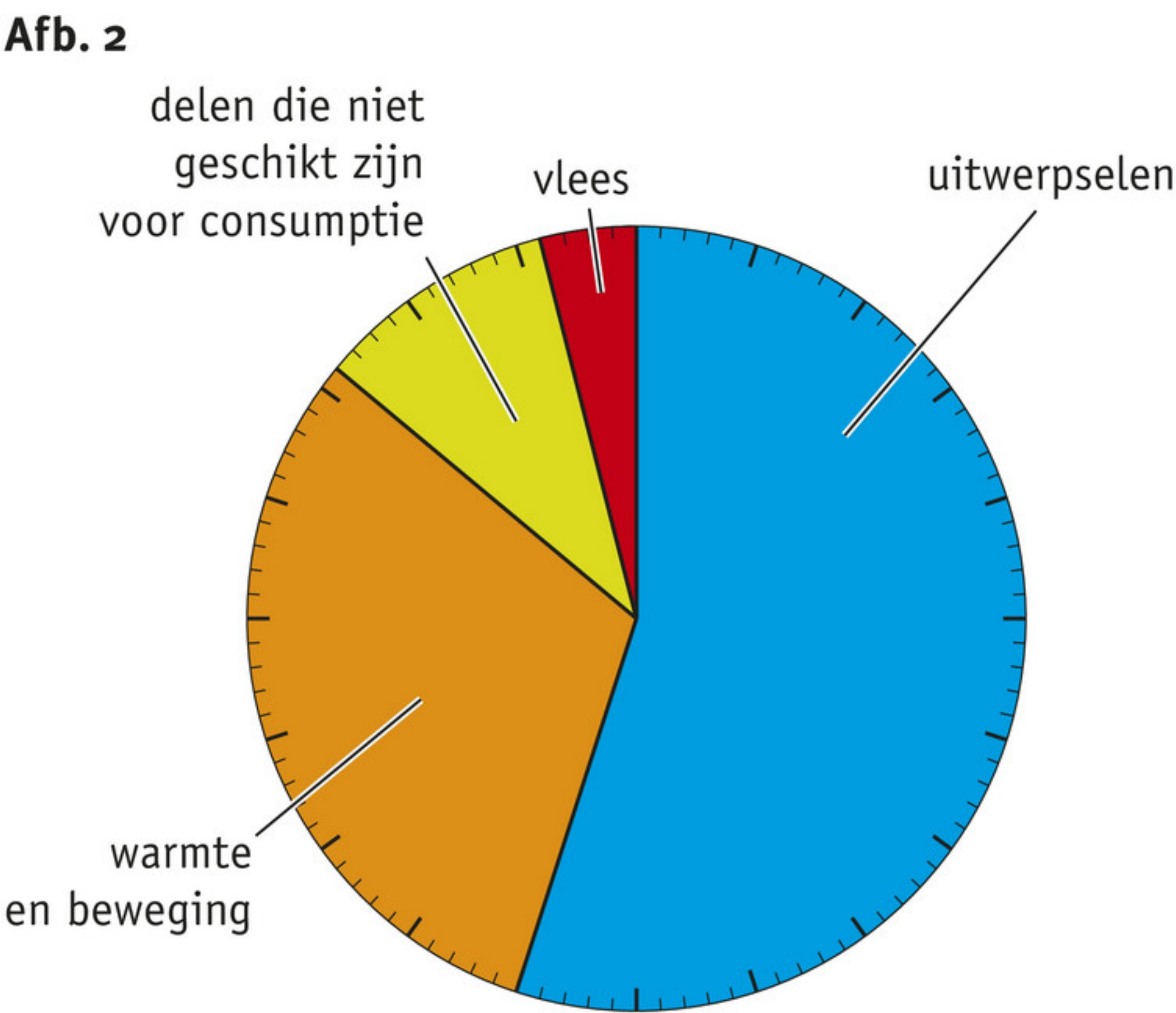
	Autotrofe organismen	Heterotrofe organismen
Hebben de organismen bladgroen?	<i>ja / nee</i>	<i>ja / nee</i>
Vindt er in de organismen fotosynthese plaats?	<i>ja / nee</i>	<i>ja / nee</i>
Vindt er in de organismen verbranding plaats?	<i>ja / nee</i>	<i>ja / nee</i>

- d Waarom kan een voedselketen niet met een diersoort beginnen?

3

Een koe krijgt energierijke stoffen binnen als ze gras eet. In het cirkeldiagram van afbeelding 2 is weergegeven wat er met deze energierijke stoffen gebeurt.

- a Hoeveel procent van deze energierijke stoffen wordt helemaal niet door de koe gebruikt?
.....%
- b Hoeveel procent wordt als brandstof verbruikt?
.....%
- c Hoeveel procent wordt doorgegeven aan de mens?
.....%



4

- a In welk(e) trofisch(e) niveau(s) kan fotosynthese plaatsvinden? Leg je antwoord uit.
- b In een ecosysteem is voor organismen op het derde trofische niveau minder energie beschikbaar dan voor organismen op het tweede trofische niveau.
Leg uit waardoor dit komt.
- c Reducenten maken energie vrij door de afbraak van energierijke stoffen in dode resten van producenten en consumenten.
Welke energierijke stoffen worden in elk geval door reducenten afgebroken?

+ 5

Om 1 kg rundvlees te produceren is ongeveer 30 kg voer nodig. Voor de productie van 1 kg eetbaar insectenvlees is dat maar ongeveer 3 kg.
Waardoor hebben insecten om zwaarder te worden minder energierijke stoffen nodig dan runderen?

 Ga naar de *Flitskaarten*.

8 Voedselproductie

LEERDOEL

6.8.16 Je kunt de landbouw in Nederland beschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	6.8.16	6.1.3*	6.5.10*
Onthouden			
Begrijpen	2a, 4a, 5a, 6a, 7		2a
Toepassen	1a, 3c, 4b, 5bc, 6bc	1b	1a
Analyseren	2bc, 3ab, 6d		2b

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

Onderzoekers hebben berekend dat er in 2050 meer dan negen miljard mensen op aarde zijn. Om al deze mensen te kunnen voeden, zal de voedselproductie moeten verdubbelen.

LANDBOUW

Onder **landbouw** vallen alle activiteiten waarbij het natuurlijk milieu wordt aangepast voor de productie van voedsel. Er zijn drie soorten landbouw:

- akkerbouw (grote velden met aardappels, suikerbieten, graan)
- veeteelt (weilanden en stallen met koeien, varkens, kippen, schapen, geiten)
- tuinbouw (kassen en kleine velden met groenten en fruit)

Afb. 1 Drie soorten landbouw.



1 akkerbouw



2 veeteelt



3 tuinbouw

De planten die in de akkerbouw en de tuinbouw worden verbouwd, heten **voedingsgewassen**. De dieren die in de veeteelt worden gehouden, noem je **landbouwhuisdieren**. Al eeuwen proberen mensen de opbrengst van voedingsgewassen en landbouwhuisdieren zo hoog mogelijk te maken. Bij voedingsgewassen kan dat door de bodem te bemesten en te bewerken en de gewassen te beschermen tegen ziekten en plagen. Bij landbouwhuisdieren kan dat door de dieren speciaal voer te geven en ze te beschermen tegen ziekten. Ook kan de opbrengst worden verhoogd door te kruisen, te fokken of gebruik te maken van moderne technieken uit de biotechnologie.

AKKERBOUW

Akkerbouwbedrijven zijn vaak grote bedrijven met heel veel grond. Meestal wordt op een grote akker maar één soort gewas verbouwd (monocultuur), bijvoorbeeld aardappelen, tarwe of suikerbieten.

Monoculturen hebben voor akkerbouwers grote voordelen. Er kunnen grote machines worden gebruikt om de bodem te bewerken en om te oogsten. Dat gaat snel en gemakkelijk. Bij monoculturen kunnen de gewassen goedkoop worden verbouwd. Monoculturen hebben ook nadelen. Een monocultuur betekent veel voedsel voor insecten. Daardoor is er een grotere kans op insectenplagen. In een monocultuur staan de planten dicht op elkaar. Daardoor kunnen ziekteverwekkers zich gemakkelijk verspreiden onder planten.

Ook raakt de bodem door monocultuur snel uitgeput. Er wordt dan mest gebruikt om de mineralen aan te vullen. Er bestaan twee soorten mest: organische mest en kunstmest. **Organische mest** is afkomstig van organismen. Door de mest als vloeistof in de grond te injecteren, komen er minder meststoffen in het milieu terecht (zie afbeelding 2). **Kunstmest** wordt kunstmatig gemaakt in laboratoria of fabrieken. Met kunstmest kan een boer beter bepalen welke en hoeveel mineralen er in de bodem komen.

Afb. 2 Mestinjectie op een grasveld.



GEWASBESCHERMING

In de landbouw worden voedingsgewassen beschermd tegen ziekten met chemische gewasbeschermingsmiddelen of op een biologische manier.

Er zijn veel chemische gewasbeschermingsmiddelen (pesticiden) die worden gebruikt om plantenziekten en plagen te bestrijden. Chemische gewasbeschermingsmiddelen zijn **biociden**, wat betekent dat ze levende organismen doden. Ze hebben als voordeel dat ze snel effect hebben. Ziekten en plagen kunnen met deze middelen meestal goed worden bestreden.

Chemische gewasbeschermingsmiddelen hebben echter veel nadelen. Ze doden niet alleen schadelijke, maar ook vaak onschadelijke en zelfs nuttige soorten. Deze middelen noem je **niet-selectieve gewasbeschermingsmiddelen**. Het is ingewikkeld en dus ook duur om selectieve biociden te ontwikkelen.

Een ander nadeel is dat bij de soort die wordt bestreden vaak al snel resistentie optreedt tegen het gewasbeschermingsmiddel. Bij geslachtelijke voortplanting ontstaan verschillende genotypen. Bij een soort die wordt bestreden, blijken vaak organismen voor te komen met een genotype waardoor ze ongevoelig of minder gevoelig zijn voor het gebruikte gewasbeschermingsmiddel. Deze organismen zijn **resistent**.

Vooral deze resistente organismen overleven en planten zich voort (zie afbeelding 3). Hierdoor kan na een aantal generaties de hele soort resistent zijn voor het gebruikte gewasbeschermingsmiddel. Er treedt dan een nieuwe plaag op. Om deze plaag te bestrijden moet dan een grotere hoeveelheid of een ander gewasbeschermingsmiddel worden gebruikt.

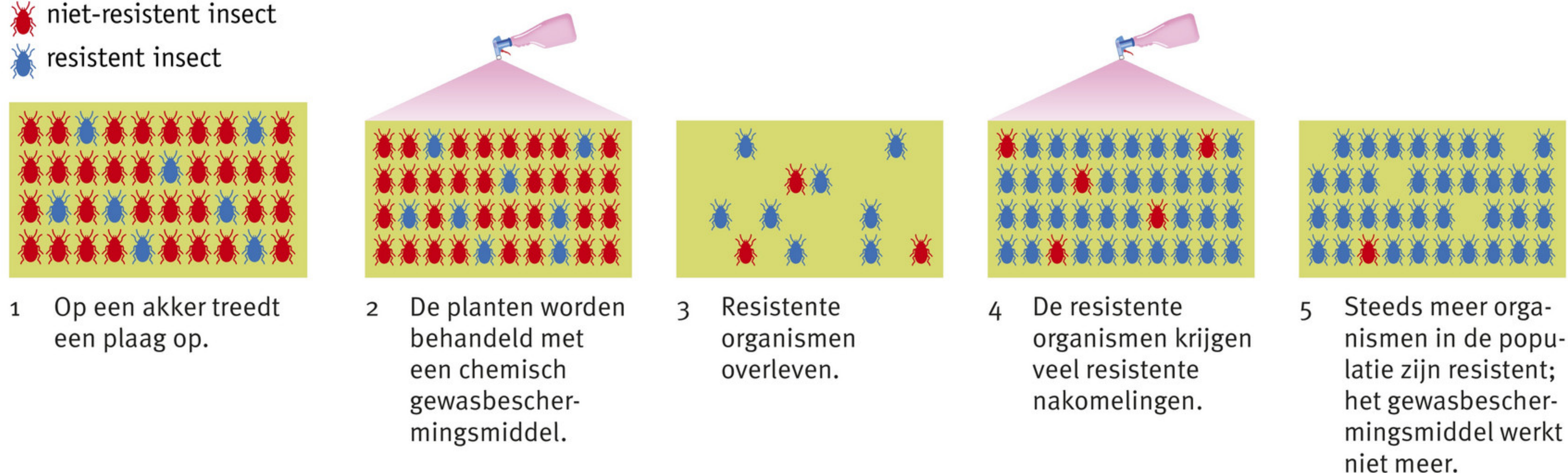
Een derde nadeel van chemische gewasbeschermingsmiddelen is dat ze in de voedselketen terecht kunnen komen. Daar treedt accumulatie op (ophoping van gifstoffen in organismen hoger in de voedselketen).

Afb. 3 Het ontstaan van resistentie tegen een chemisch gewasbeschermingsmiddel.

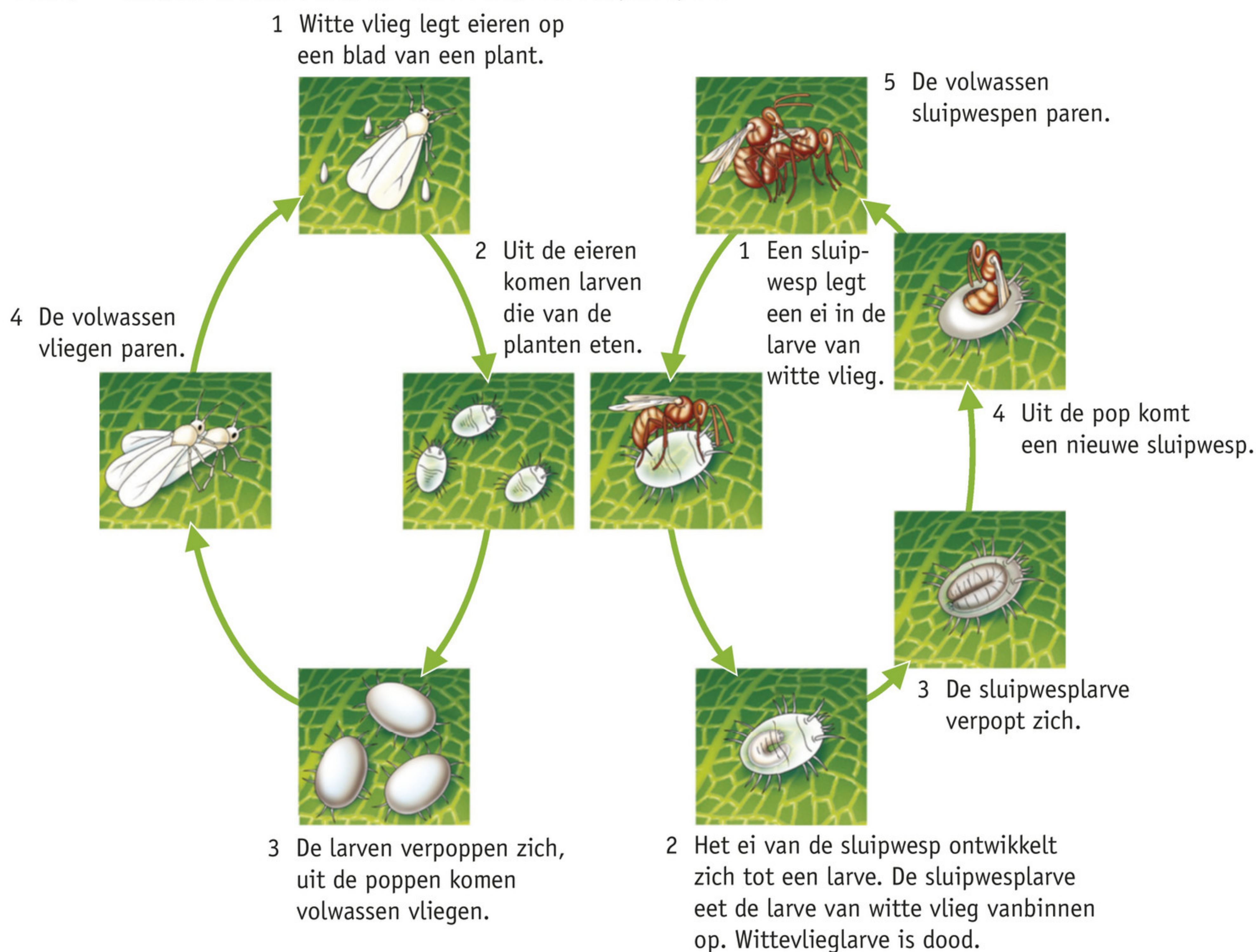
Legenda:

 niet-resistent insect

 resistent insect



Afb. 4 Biologische bestrijding van witte vlieg met sluipwespen.



Bij biologische gewasbescherming wordt gebruikgemaakt van biologische verschijnselen. Er worden geen chemische gewasbeschermingsmiddelen gebruikt, maar wel gifstoffen die uit de natuur komen. Sommige soorten insecten kunnen worden bestreden met dieren die in de natuur een vijand zijn van deze insecten. Dit zijn de **natuurlijke vijanden**. Het gebruiken van natuurlijke vijanden wordt ook wel **biologische gewasbescherming** genoemd. Een voorbeeld van deze aanpak is de bestrijding van witte vlieg met sluipwespen (zie afbeelding 4).

BIOLOGISCHE LANDBOUW

De biologische landbouw probeert het milieu te sparen en toch voldoende voedsel te produceren. Zo worden monoculturen vermeden en kleine stukken grond met elkaar afgewisseld. Daardoor is de kans op insectenplagen kleiner. Ook breiden ziekten van het gewas zich minder snel uit. Verder wordt **vruchtwisseling** toegepast. Op een bepaald stuk grond wordt dan nooit twee jaar achter elkaar hetzelfde gewas verbouwd. Ook dit vermindert de kans op ziekten en plagen. In afbeelding 5 staan de belangrijkste kenmerken van de biologische landbouw.

Afb. 5

Biologische landbouw

Biologische akker- en tuinbouw:

- maakt geen gebruik van kunstmest;
- gebruikt alleen mest van biologische veeteelt;
- bemest niet meer dan planten kunnen opnemen;
- past geen monoculturen toe;
- gebruikt geen chemische gewasbeschermingsmiddelen.

Voedingsgewassen beschermen tegen ziekten en plagen door:

- vruchtwisseling toe te passen;
- verschillende soorten voedingsgewassen te verbouwen op kleine stukken grond;
- insectenplagen te bestrijden met natuurlijke vijanden.

Biologische veeteelt:

- geeft dieren de ruimte om los te lopen (te scharrelen);
- geeft dieren biologisch geteeld veevoer;
- houdt rekening met het welzijn van de dieren;
- gebruikt diergeneesmiddelen pas als een dier ziek is.

Biologische producten:

- bevatten geen resten van chemische gewasbeschermingsmiddelen;
- bevatten geen chemische geur-, kleur- en smaakstoffen.

OPDRACHTEN

1

Emelten zijn de larven van langpootmuggen (zie afbeelding 6). Emelten leven vooral in vochtig grasland, twee tot drie centimeter onder de grond. Ze vreten aan jonge wortels van grasplanten. Hierdoor ontstaan kale plekken in het grasland. Een stuk grasland in Nederland is meestal een monocultuur. De langpootmuggen kunnen zich daar goed in voortplanten.

- a Waardoor kan het aantal emelten in grasland snel toenemen?
- b Emelten worden soms bestreden met chemische bestrijdingsmiddelen. Niet alle emelten gaan daaraan dood. Emelten worden gegeten door spreeuwen.
Welk organisme bevat na verloop van tijd de hoogste concentratie bestrijdingsmiddelen?
 - ☐ A Een emelt, want die eet het gras met bestrijdingsmiddelen.
 - ☐ B Een langpootmug, want die ontstaat uit een emelt.
 - ☐ C Een spreeuw, want die eet veel emelten.

Afb. 6



1 langpootmug



2 emelt

2

- a Waardoor hebben de gewassen in monoculturen vaak last van ziekten?
- b Vroeger werden akkers vaak afgewisseld met kleine bosjes en houtwallen. In de vorige eeuw werden deze kleine akkers samengevoegd tot grote akkers. Hierdoor verdwenen de bosjes en houtwallen. In gebieden met monoculturen is het aantal soorten kleine insectenetende vogels afgenomen.
Geef hiervoor twee mogelijke oorzaken.
- c Wordt de kans op insectenplagen hierdoor groter of kleiner? Leg je antwoord uit.

3

De Belgische ecooloog en milieuactivist Stijn Bruers is kritisch over de biologische landbouw. Zo zegt hij dat dierlijke mest afkomstig is van dieren die broeikasgassen uitstoten. Ook eten deze dieren soja waarvoor aan de andere kant van de wereld bossen zijn gekapt. Zelf is hij een voorstander van kunstmest, omdat je dat heel precies kunt toedienen.

- a Geef een argument voor het gebruik van dierlijke mest.
- b Kun je op grond van de argumenten van Stijn Bruers zeggen dat kunstmest beter is dan dierlijke mest?
- c Leg uit dat er in Nederland minder ruimte zou zijn voor de natuur als alle akkerbouw biologisch zou zijn.

4

Gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen worden in de bodem opgenomen.

- a Welk nadeel hebben biociden voor nuttige organismen in de bodem?
- b Leg uit dat het gebruik van kunstmest schadelijk kan zijn voor ons drinkwater.

5

- a Hoort het begrip bij biologische of bij gangbare landbouw?
- chemische bestrijdingsmiddelen *biologisch / gangbaar*
 - dierlijke mest *biologisch / gangbaar*
 - kunstmest *biologisch / gangbaar*
 - mechanische onkruidbestrijding *biologisch / gangbaar*
 - monocultuur *biologisch / gangbaar*
 - vruchtwisseling *biologisch / gangbaar*
- b Wat zijn de voordelen van monoculturen?
- c Wat zijn de nadelen van monoculturen?

6

- a Tuinbouw vindt vaak plaats in kassen. In veel kassen wordt geregeld hoeveel koolstofdioxide de lucht in de kassen bevat.
Voor welk proces in planten is koolstofdioxide van belang?
- b Vooral in de winter zie je regelmatig kassen waarin lampen volop branden.
Leg uit dat hierdoor de groei van de planten in de kassen wordt bevorderd.
- c Veel kwekers van tomaten laten hommels in hun kas vliegen.
Waarvoor zijn de hommels belangrijk?
- d Milieuorganisaties vinden dat je 'groenten van het seizoen' moet eten, in plaats van het hele jaar door kasgroenten.
Wat vind jij daarvan?

7

- Bekijk en lees de tekst in afbeelding 7.
- a Leg uit wat mestoverschot is.
- b Leg uit hoe je het mestoverschot kunt beperken door aanpassingen aan het voer.
- c Leg uit hoe je het mestoverschot kunt verminderen via mestverwerking.

Afb. 7 Mestoverschot.



1 mestoverschot

Boeren gebruiken mest om hun akkers en weilanden te bemesten. Het gebruik van dierlijke mest is wettelijk beperkt, omdat te veel mest slecht is voor het milieu. De mest die overblijft, noemen we mestoverschot.



2 maatregelen tegen mestoverschot

via het voer

Dieren krijgen aangepast voer waardoor de mest minder fosfaat bevat.

via mestverwerking

De mest wordt verwerkt tot bijvoorbeeld kunstmest.

via uitvoer

De mest wordt verwerkt zodat deze geschikt is voor export.

Leren onderzoeken

1

BESCHRIJVEND ONDERZOEK

► Basisstof 1 | ► Leerdoel 5.O.17

In een beschrijvend onderzoek beschrijf je een situatie of verschijnsel. Een hypothese is meestal niet nodig. In afbeelding 1 zie je een voorbeeld van een beschrijvend onderzoek.

Afb. 1

De stappen van een beschrijvend onderzoek

1 Doel van het onderzoek: wat wil je met je onderzoek bereiken?

Ongeveer de helft van de bijensoorten in Nederland is bedreigd of zelfs al verdwenen. Je wilt helpen met het behoud van bijensoorten. Dit wil je doen door je tuin bijenvriendelijk te maken. Een bijenvriendelijke tuin heeft veel bloemen waar bijen nectar en stuifmeel uit kunnen halen. Je noteert: *Het doel van het onderzoek is om meer bijen in mijn tuin te krijgen.*

2 De onderzoeksvraag: wat wil ik onderzoeken?

Je wilt weten welke planten je nu in je tuin hebt, en vooral hoeveel planten bijenvriendelijk zijn. Je stelt de volgende vraag: *Hoeveel bijenvriendelijke en niet-bijenvriendelijke planten heb ik in mijn tuin?*

3 Het werkplan: wat ga ik doen?

Je kunt de plantensoorten in je tuin opzoeken in een plantenboek. Op internet kun je opzoeken welke plantensoorten bijenvriendelijk zijn. De plantensoorten in je tuin verdeel je in bijenvriendelijk en niet-bijenvriendelijk. Je kunt je werkplan als volgt opschrijven:

Benodigdheden:

☐ een plantenboek

☐ een computer met internet

Ik kijk naar elke plant in mijn tuin. Van elke plant zoek ik in het plantenboek op welke soort het is. Dit schrijf ik van elke plant op. Daarna zoek ik voor elke soort op of het een bijenvriendelijke plant is. Dit noteer ik voor elke plant. In een tabel noteer ik het aantal bijenvriendelijke en niet-bijenvriendelijke planten.

4 De uitvoering

Je verzamelt de benodigdheden en je voert je onderzoek uit volgens je werkplan.

5 De resultaten: wat neem ik waar?

Je bekijkt de resultaten die je tijdens de uitvoering hebt genoteerd. Je tabel kan er als volgt uitzien:

	Aantal planten
Bijenvriendelijk	5
Niet-bijenvriendelijk	11

6 De conclusie: wat is het antwoord op de onderzoeksvraag?

Aan de hand van je resultaten trek je de volgende conclusie: *Er zijn ruim twee keer zo veel niet-bijenvriendelijke planten als bijenvriendelijke planten in mijn tuin.*

7 De discussie: hoe betrouwbaar zijn mijn resultaten?

Het onderzoek is volgens werkplan verlopen, maar je kwam er tijdens je onderzoek achter dat je een plantenboek gebruikte dat erg oud is. Je weet niet zeker of het boek daardoor verouderde informatie bevat. Je schrijft de discussie als volgt:

Het onderzoek verliep volgens werkplan. Het werkplan was niet helemaal in orde. Ik heb namelijk een plantenboek gebruikt dat erg oud is. Ik had beter een plantenboek kunnen gebruiken dat recent geschreven is. Ik denk dat mijn resultaten wel betrouwbaar zijn, maar om het zeker te weten, kan ik dit onderzoek beter nog een keer doen met een ander plantenboek.

Net als de meeste andere onderzoeken voer je een beschrijvend onderzoek stap voor stap uit. Eerst bepaal je het doel van je onderzoek en formuleer je de onderzoeksvraag. Daarna maak je het werkplan.

Bij een beschrijvend onderzoek staan in elk geval in het werkplan:

- de benodigdheden voor het onderzoek
- het type gegevens dat je gaat verzamelen:
 - tekst (informatie in woorden)
 - cijfers (informatie in getallen in een tabel of diagram)
 - tekeningen
 - foto's
- hoe je de gegevens gaat verzamelen:
 - met eigen ogen observeren
 - metingen doen
 - een enquête houden

Nadat je een werkplan hebt gemaakt, voer je het onderzoek uit volgens het werkplan. De gegevens die je verzamelt, zijn je resultaten. Aan de hand van de resultaten kun je een conclusie trekken. Daarna schrijf je de discussie, waarin je beoordeelt hoe betrouwbaar je resultaten zijn. Dit doe je door te kijken of alles volgens het werkplan verliep en of het werkplan in orde was.

OPDRACHTEN

1

Afbeelding 2 is een onderzoekstabel van een wateronderzoek dat door een leerling is uitgevoerd.

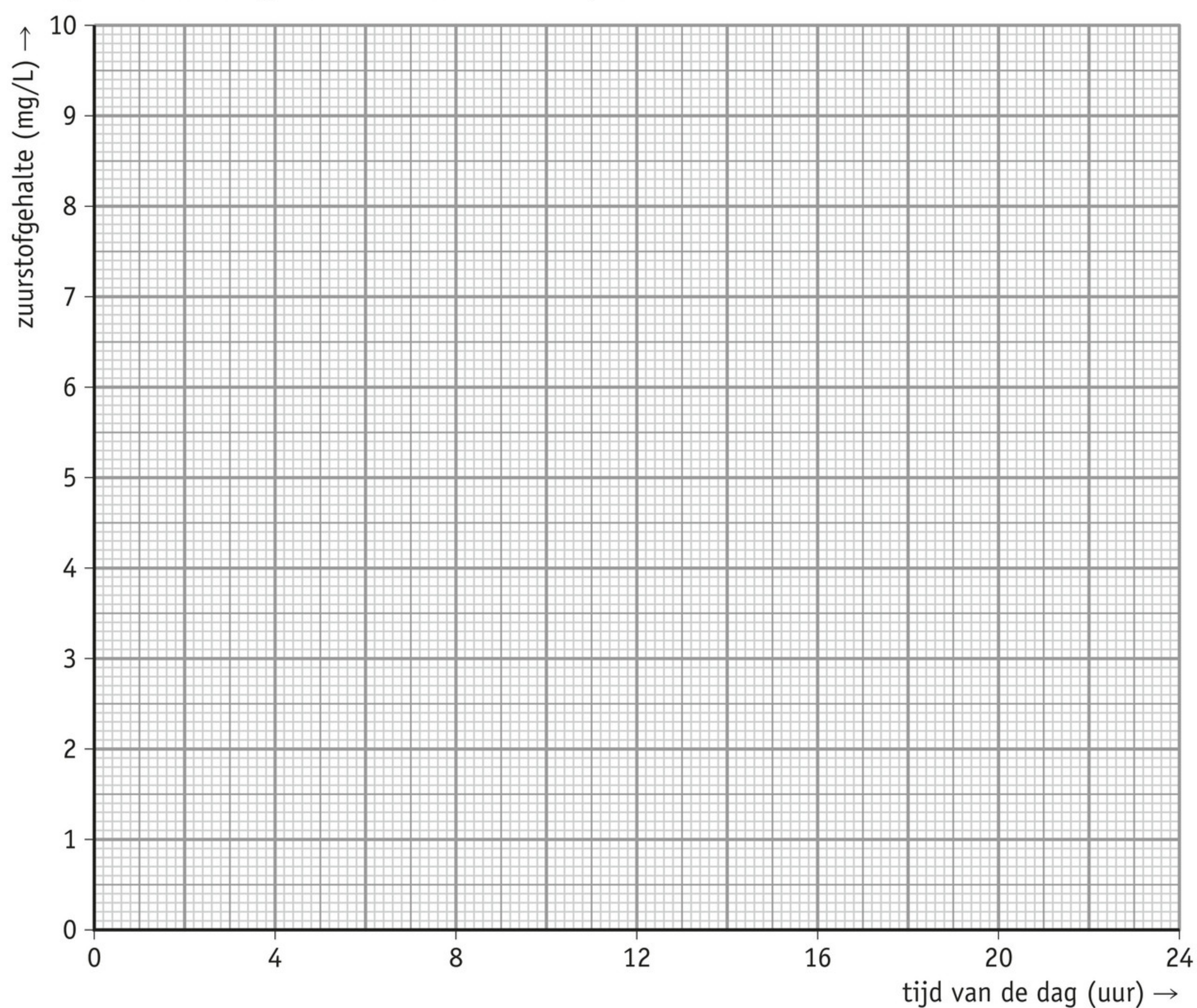
- a Waarom is dit een beschrijvend onderzoek?
- b Welk type gegevens verzamelt de leerling? *cijfers / foto's / tekeningen / tekst*
- c Hoe verzamelt ze deze gegevens?
- d Geef op het ruitjespapier van afbeelding 3 het verband weer tussen het tijdstip van de dag en het zuurstofgehalte van het vijverwater.
- e Welk zuurstofgehalte verwacht je bij water in het omgevallen potje? Lees het af uit het lijndiagram.



Afb. 2

ONDERZOEK	HET ZUURSTOFGEHALTE VAN WATER IN EEN VIJVER																
Onderzoeksvraag	Hoe verandert het zuurstofgehalte van het water in een vijver gedurende één etmaal?																
Benodigdheden	☐ zeven monsterpotjes ☐ zuurstofmeter ☐ etiketten																
Werkplan	Op verschillende tijdstippen gedurende de dag neem ik een monster van het water in de vijver. Elke keer plak ik op het flesje met het monster een etiket met daarop het tijdstip waarop ik het monster heb genomen. Ik neem de potjes mee naar school en meet van elk potje met een zuurstofmeter het zuurstofgehalte. 																
Resultaten	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tijd</th><th>Zuurstofgehalte (mg/L)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3.30 uur</td><td>3,6</td></tr> <tr> <td>7.15 uur</td><td>4,3</td></tr> <tr> <td>10.40 uur</td><td>—*</td></tr> <tr> <td>13.30 uur</td><td>8,2</td></tr> <tr> <td>17.00 uur</td><td>9,2</td></tr> <tr> <td>20.20 uur</td><td>7,5</td></tr> <tr> <td>23.20 uur</td><td>5,3</td></tr> </tbody> </table> * Kon ik niet meten, omdat het potje omgevallen was.	Tijd	Zuurstofgehalte (mg/L)	3.30 uur	3,6	7.15 uur	4,3	10.40 uur	—*	13.30 uur	8,2	17.00 uur	9,2	20.20 uur	7,5	23.20 uur	5,3
Tijd	Zuurstofgehalte (mg/L)																
3.30 uur	3,6																
7.15 uur	4,3																
10.40 uur	—*																
13.30 uur	8,2																
17.00 uur	9,2																
20.20 uur	7,5																
23.20 uur	5,3																

Afb. 3 Het zuurstofgehalte van water in een vijver.



2

- Lees de tekst ‘Lawaai verkeerswegen hindert broedvogels’ in afbeelding 4.
- a Vul de onderzoekstabel voor dit onderzoek in (zie afbeelding 5).
 - b Waarom is dit een beschrijvend onderzoek?

Afb. 4

Lawaai verkeerswegen hindert broedvogels

Onderzoekers van het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek hebben leefgebieden van vogels langs snelwegen vergeleken met plekken zonder verkeerslawaai. Vrijwel alle onderzochte vogelsoorten vertonen bij een verkeersintensiteit van tienduizend voertuigen per etmaal (een niet al te drukke snelweg) een afname in het broedsucces van 10%. Waardoor het verkeerslawaai het broedproces van vogels beïnvloedt, is niet zeker. Wellicht kunnen vogels de voor hen belangrijke signalen, zoals alarmroepen, zang voor territoriumafbakening en geluiden van prooidieren, minder goed horen.

Afb. 5

ONDERZOEK	BROEDVOGELS EN LAWAAI VERKEERSWEGEN
Onderzoeksvraag	
Werkplan	
Resultaten	
Conclusie	

3

- Als gevolg van de opwarming van de aarde neemt onder andere het aantal teken in de natuur toe. Teken kunnen de Borrelia-bacterie bij zich dragen. Deze bacterie veroorzaakt de ziekte van Lyme. Afbeelding 6 is een onderzoekstabel van een beschrijvend onderzoek dat is uitgevoerd door tekenradar.nl.
- a Bij een beschrijvend onderzoek is een hypothese niet verplicht.
Waarom is het bij dit onderzoek toch handig om een hypothese te hebben?
 - b Noteer de conclusie van het onderzoek in de onderzoekstabel.
 - c Kun je zeggen dat de hypothese is bevestigd? Leg je antwoord uit.
 - d Een rode ring op de huid na een tekenbeet is een bewijs van de ziekte van Lyme. In tabel 1 is vanaf 1994 aangegeven hoeveel mensen met een rode ring of vlek op de huid door de huisarts zijn gezien, gemiddeld over heel Nederland.
Wordt door deze gegevens de hypothese van het onderzoek bevestigd? Leg je antwoord uit.

Afb. 6

ONDERZOEK	ZIEKTE VAN LYME
Onderzoeksvraag	Waardoor krijgen elk jaar meer mensen de ziekte van Lyme?
Hypothese	Door de jaren heen is het percentage besmette teken in Nederland toegenomen.
Werkplan	In 2012 startte tekenradar.nl. Op tekenradar.nl melden vrijwilligers tekenbeten en sturen de teken eventueel op. De teken worden getest op de aanwezigheid van de Borrelia-bacterie. Daarnaast melden de vrijwilligers of ze wel of geen Lyme hebben gekregen.
Resultaten	2012: 7000 beten 3500 teken opgestuurd; daarvan was 18% besmet met de Borrelia-bacterie. 1,8% van de tekenbeten leidde tot Lyme. 2013: 9000 beten 1500 teken opgestuurd; daarvan was 20% besmet met de Borrelia-bacterie. 2% van de 9000 tekenbeten leidde tot Lyme.
Conclusie	

Tabel 1 Mensen met een rode ring op de huid die zijn gezien door de huisarts.

Jaar	Aantal per 100 000 inwoners
1994	39
2001	74
2005	104
2009	134
2014	139
2017	148

4

Je gaat zelf een beschrijvend onderzoek bedenken, uitvoeren en schriftelijk presenteren. Het onderwerp van je onderzoek kan passen bij het thema Ecologie en duurzaamheid, maar het mag misschien ook over iets anders gaan. Dit hoor je van je docent.

- Bedenk wat je zou willen onderzoeken. Overleg met je docent of jouw idee haalbaar is.
- Formuleer de onderzoeksvraag.
- Maak een werkplan. In het werkplan staan:
 - de benodigdheden voor je onderzoek
 - hoe je het onderzoek gaat uitvoeren
 - welk type gegevens je gaat verzamelen
 - hoe je de gegevens gaat verzamelen
- Laat je docent de onderzoeksvraag en het werkplan controleren.
- Voer het onderzoek uit volgens het werkplan.
- Noteer je resultaten.
- Verwerk je resultaten volgens het werkplan.
- Formuleer een conclusie die antwoord geeft op de onderzoeksvraag.
- Maak een verslag van je onderzoek.

2

EEN BODEMPROFIEL MAKEN

► Basisstof 4 | ► Leerdoel 5.0.18

De grond waar je op staat, bestaat uit heel veel verschillende lagen. Elke laag heeft zijn eigen kenmerken, die belangrijk en bepalend zijn voor de plantengroei in dat gebied. Zo zijn de hoeveelheid voedingsstoffen, water en zuurstof belangrijke eigenschappen die van invloed zijn op de groei van planten. De bodem bepaalt dus voor een deel de vegetatie van een bepaald gebied.

Met behulp van een grondboor kun je een **bodemprofiel** maken (zie afbeelding 7). Dat doe je als volgt:

- Haal eventuele begroeiing weg op de plek waar je wilt boren.
- Boor met de grondboor drie halve slagen in de bodem.
- Haal de grondboor uit de bodem, haal de grond eruit en leg deze plat naast het boorgat.
- Breng de grondboor opnieuw in het gat en boor opnieuw drie halve slagen.
- Leg de inhoud van de boor als een slurf achter het eerste grondprofiel. Let er hierbij op dat je de goede kanten van de grondprofielen achter elkaar legt, zodat je aan het eind van de boring een volledig profiel van de grond hebt liggen.
- Boor net zolang tot het boorgat één meter diep is. Dat is de diepte tot waar de plantenwortels ongeveer groeien.

Afb. 7 Een bodemprofiel.



Practica

1

BODEMDIERTJES VERZAMELEN EN DETERMINEREN

► Basisstof 1 | ► Leerdoel 6.1.3

 40-50 minuten

In veel ecosystemen is de bodem bedekt met een laag afgevallen takjes en bladeren. Je noemt dat **strooisel**. In de laag strooisel en in de bovenste laag van de bodem leven veel kleine dieren. Vooral op een warme middag kun je hierin veel diertjes aantreffen.

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum determineer je dieren die in het strooisel en in de bodem leven. Je verzamelt de dieren op de dag dat je dit practicum doet, voordat de les begint. Probeer dit practicum te doen op een warme middag. Je treft dan meer diertjes aan dan op een koude dag.

BENODIGDHEDEN

- ☐ 2 glazen potten
- ☐ een schop
- ☐ een groot vel papier
- ☐ een kwastje
- ☐ een zoekkaart, naslagwerk, internet of een app om de naam van bodemdieren op te zoeken

WERKWIJZE

- Voordat de les begint, zoek je een plek in de omgeving van de school waar je de strooisellaag gaat onderzoeken.
- Verzamel in de ene glazen pot wat strooisel.
- Graaf een klein stukje bodem op tot ongeveer 10 cm diepte en doe dit in de andere glazen pot (zie afbeelding 1).
- Neem de potten mee naar de les.
- Leeg de pot met het strooisel op het vel papier. Maak de pot schoon.
- Zoek diertjes door het strooisel voorzichtig met het kwastje van de ene kant naar de andere kant van het papier te schuiven (zie afbeelding 2).
- Probeer van elk diertje de naam op te zoeken. Noteer in de tabel welke diersoorten je hebt gevonden. Noteer ook voor elke soort het aantal individuen.
- Stop de gevonden diertjes terug in de glazen pot. Ruim het strooisel op.
- Leeg de pot met het bodemmateriaal op het vel papier en maak de pot schoon.
- Als het bodemmateriaal uit één geheel bestaat, moet je het voorzichtig verdelen in heel kleine brokjes.
- Zoek diertjes door het bodemmateriaal voorzichtig met het kwastje van de ene kant naar de andere kant van het papier te schuiven. Probeer ook van deze diertjes de naam op te zoeken. Noteer in de tabel welke diersoorten je hebt gevonden en hoeveel individuen per soort je hebt gevonden.
- Stop de gevonden diertjes terug in de glazen pot en ruim het bodemmateriaal op.

Ecosysteem:			
In het strooisel		In de bovenste bodemlaag	
Diersoort	Aantal	Diersoort	Aantal

Afb. 1 Een monster nemen.



Afb. 2 Bodemdiertjes verzamelen.



2

KORSTMOSSEN

► Basisstof 3 | ► Leerdoel 6.3.7

 20-30 minuten

WAT GA JE DOEN?

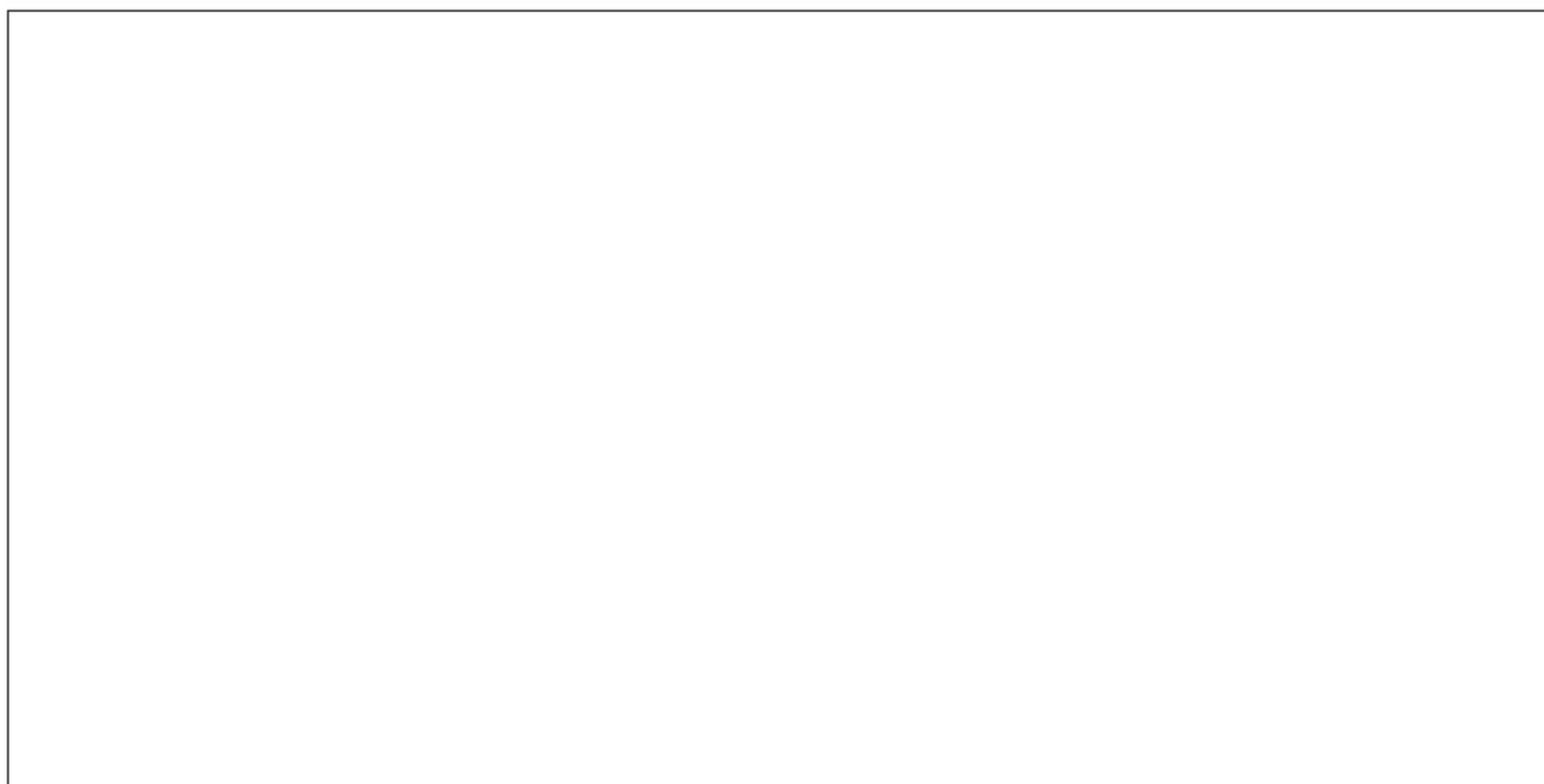
In dit practicum bekijk je met een microscoop een preparaat van korstmos. Je maakt een tekening van de bouw van een korstmos.

BENODIGDHEDEN

- ☐ een stukje korstmos
- ☐ een microscoop
- ☐ prepareermateriaal
- ☐ tekenmateriaal

WERKWIJZE

- Snijd van het korstmos enkele schilfertjes af en maak hiervan een preparaat. Bij sommige korstmossen is het niet goed mogelijk schilfertjes af te snijden. In dat geval rafel je met twee prepareernaalden een klein stukje korstmos voorzichtig uiteen en maak je daar een preparaat van.
- Bekijk het preparaat bij een vergroting van 100×.
- Zoek een stukje op waar je algen en schimmeldraden ziet. Bekijk dit bij een vergroting van 400×.
- Maak hiervan een tekening. Geef in je tekening de cellen van de algen en de schimmel aan.

**3****EEN BODEMPROFIEL MAKEN**

► Basisstof 4 | ► Leerdoel 5.O.18 | ► Leren onderzoeken 2

 **60-70 minuten**

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum maak je met behulp van een grondboor een bodemprofiel van bosgrond, weiland, berm of een ander stukje bodem.

BENODIGDHEDEN

- ☐ een grondboor
- ☐ een potlood
- ☐ een vel papier

WERKWIJZE

- Maak een bodemprofiel. Gebruik hierbij de beschrijving in Leren onderzoeken 2.
- Boor totdat het boorgat één meter diep is.
- Teken het profiel op papier en geef de kleuren aan.
- Noteer in de juiste kolom van de tabel voor grondboring:
 - de kleur (gebruik de grond als vingerverf en wrijf de kleur in het juiste vakje)
 - wat je ziet (korrels, steentjes, wortels, takjes, half verrotte plantenresten, roestplekken)
 - hoe het voelt (hard, zacht, korrelig, droog, vochtig, nat, plakkerig)

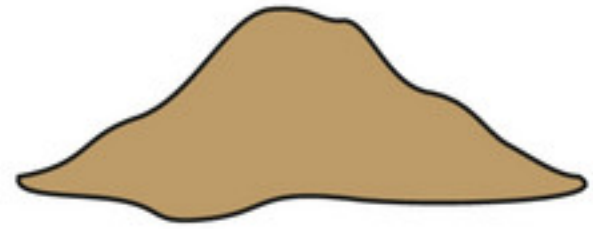
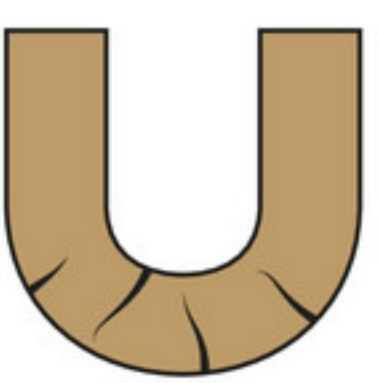
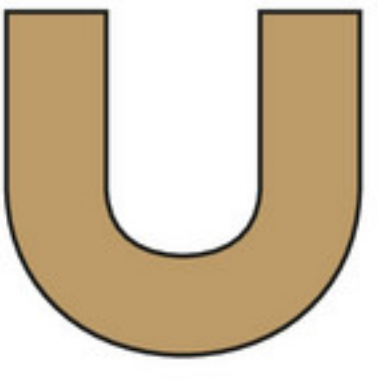
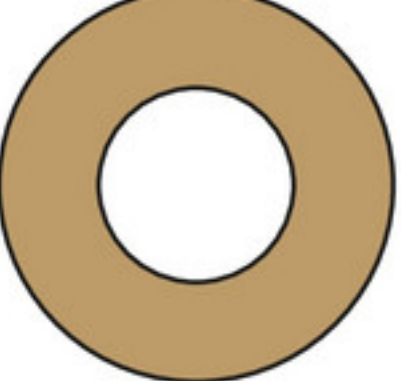
- Probeer met de grond een bergje, dropje, rolletje, hoefijzer en cirkel te maken (zie afbeelding 3).
- Noteer in de laatste kolom de grondsoort.

Grondboring	Kleur	Wat zie je?	Hoe voelt het?	Grondsoort
Diepte				
tot cm				
tot cm				
tot cm				
tot cm				
tot cm				

Afb. 3 Grondsoorten.

Probeer met de grondsoort een bergje, dropje, rolletje, hoefijzer en cirkel te maken. Je kunt dan hieronder aflezen om welke grondsoort het gaat.

Schema voor grondsoort:

A bergje		→	bestaat uit: zand
B dropje/rondje		→	bestaat uit: lemig zand
C rolletje (10 cm) met scheuren		→	bestaat uit: zandig leem
D rolletje (10 cm) zonder scheuren		→	bestaat uit: leem
E hoefijzer met scheuren		→	bestaat uit: kleiige leem
F hoefijzer zonder scheuren		→	bestaat uit: lemige klei
G cirkel		→	bestaat uit: klei

4 FIJNSTOF IN JOUW REGIO

► Basisstof 5 | ► Leerdoel 6.5.10

 15-25 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum houd je twee weken lang de hoeveelheid fijnstof in jouw regio bij. Deze gegevens zijn te vinden op teletekst, pagina 711. De gegevens per regio zijn te vinden op een van de subpagina’s. Teletekst kun je bekijken op tv, op internet of via de teletekst-app. Je kunt dit practicum dus zowel op school als thuis doen.

BENODIGDHEDEN

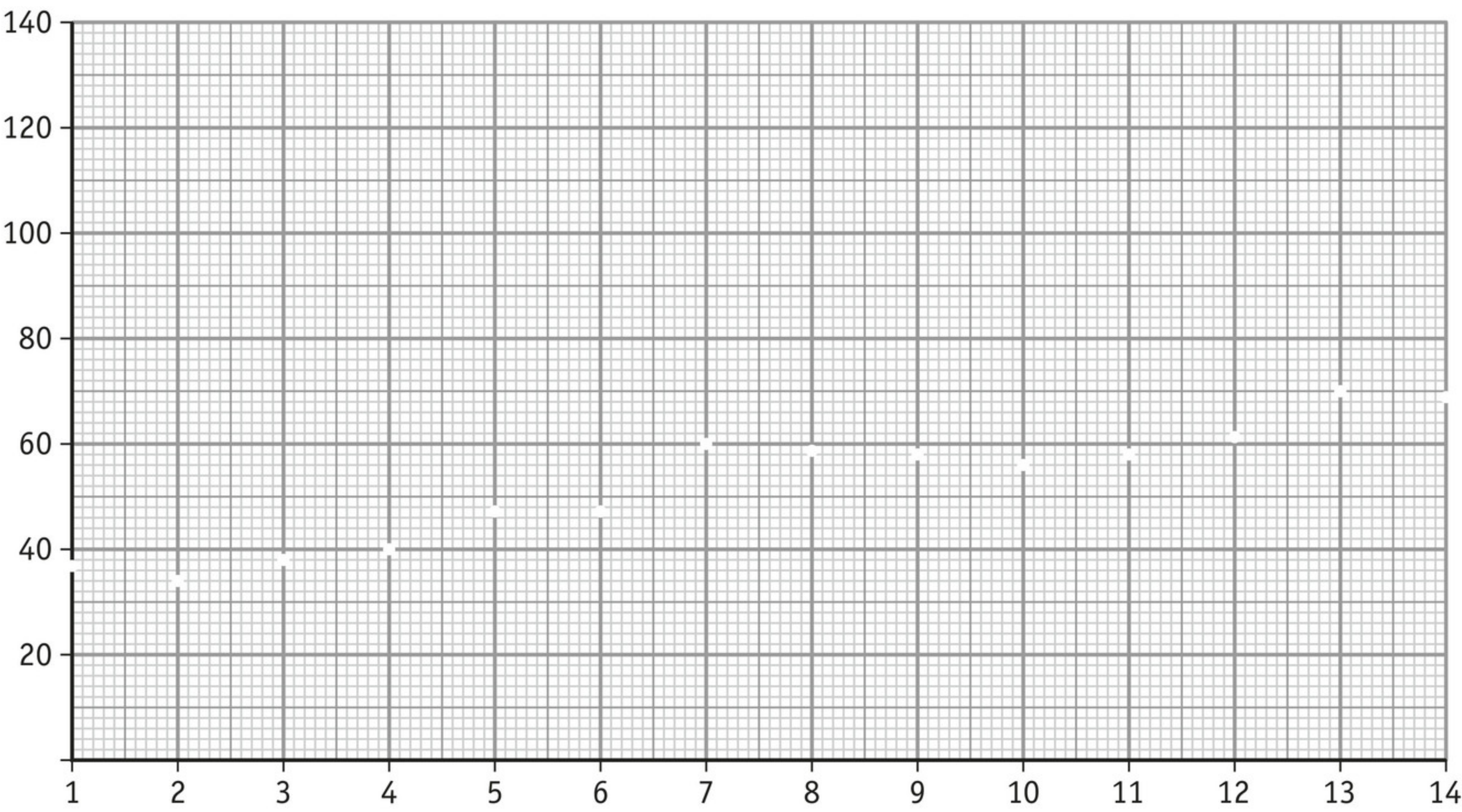
☐ een tv, een computer met internet of een mobiel met de teletekst-app

WERKWIJZE

- Zoek elke dag op teletekst:
 - de verwachte ontwikkeling van fijnstof in jouw regio
 - de temperatuur (zie teletekstpagina 705)
 - de windkracht (zie teletekstpagina 705)
- Noteer elke dag de datum en de gegevens van teletekst in de tabel.
- Maak van de gegevens een lijndiagram waarbij je de hoeveelheid fijnstof uitzet tegen de tijd.

Datum														
Fijnstof (µg/m³)														
Temperatuur (°C)														
Windkracht (m/s)														

Afb. 4 Lijndiagram fijnstof.



OPDRACHT

1

Temperatuur en wind hebben invloed op de hoeveelheid fijnstof in de lucht. Bij hoge temperaturen en weinig wind neemt de concentratie fijnstof in de lucht toe.

- a Kun je deze conclusie ook trekken uit jouw resultaten? Leg je antwoord uit.
- b Kijk naar de hoeveelheid fijnstof en ozon in de afgelopen veertien dagen. Wat kun je zeggen over de smogklasse in jouw zone in deze periode?
- c Welke gevolgen heeft de smogklasse op dag 14 van je meting voor mensen met een longaandoening?

5

BIOLOGISCH AFBREEKBAAR AFVAL

► Basisstof 5 | ► Leerdoel 6.5.10

 Les 1: 15-20 minuten, les 2 t/m 6: 5 minuten, les 7: 5-10 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum onderzoek je of aluminiumfolie, een appelschil, een plastic boterhamzakje en toiletpapier biologisch afbreekbaar zijn. Je onderzoekt ook een zelfgekozen product.

BENODIGDHEDEN

De benodigdheden staan in de tabel.

WERKWIJZE

Voer het onderzoek uit en vul de tabel verder in.

ONDERZOEK	BIOLOGISCH AFBREEKBAAR AFVAL
Doel onderzoek	
Onderzoeksvraag	Zijn aluminiumfolie, een appelschil, een plastic boterhamzakje, toiletpapier en biologisch afbreekbaar?
Hypothese	
Benodigdheden	☐ 5 (jam)potjes ☐ 5 etiketten ☐ (tuin)aarde ☐ water ☐ een mes ☐ aluminiumfolie ☐ appelschil ☐ een plastic boterhamzakje ☐ toiletpapier ☐

Werkwijze	• Neem vijf (jam)potjes en plak op elk potje een etiket. • Doe in elk potje een flinke laag aarde (zie afbeelding 5). Maak de laag aarde een beetje vochtig. • Snijd of scheur het afval in stukken. Doe in elk potje een klein beetje van één soort afval. Meng het afval met de aarde. Gebruik daarbij het mes. Noteer op het etiket welk afval je in het potje hebt gedaan. • Zet de potjes weg. • Bekijk zes weken lang elke week wat er met het afval is gebeurd. Doe dat steeds op dezelfde dag van de week. • Noteer in het schema wat er met het afval is gebeurd. Gebruik hierbij: <i>afgebroken</i> (+) – <i>een beetje afgebroken</i> (±) – <i>nog niet veranderd</i> (–). • Zorg ervoor dat de aarde tijdens het onderzoek een beetje vochtig blijft. Afb. 5 																																																
Resultaat	<table><tr><th>Tijd</th><th colspan="5">Soort afval</th></tr><tr><th></th><th>Aluminium-folie</th><th>Appelschil</th><th>Plastic boterham-zakje</th><th>Toilet-papier</th><th>eigen product</th></tr><tr><td>Na 1 week</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Na 2 weken</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Na 3 weken</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Na 4 weken</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Na 5 weken</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Na 6 weken</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Tijd	Soort afval						Aluminium-folie	Appelschil	Plastic boterham-zakje	Toilet-papier	eigen product	Na 1 week						Na 2 weken						Na 3 weken						Na 4 weken						Na 5 weken						Na 6 weken					
Tijd	Soort afval																																																
	Aluminium-folie	Appelschil	Plastic boterham-zakje	Toilet-papier	eigen product																																												
Na 1 week																																																	
Na 2 weken																																																	
Na 3 weken																																																	
Na 4 weken																																																	
Na 5 weken																																																	
Na 6 weken																																																	
Conclusie	De volgende soorten afval zijn biologisch afbreekbaar: De volgende soorten afval zijn niet biologisch afbreekbaar:																																																
Discussie	Komt je conclusie overeen met je hypothese? <i>ja / nee</i> De hypothese is <i>bevestigd / verworpen</i>. Verliep alles volgens het werkplan? Zo nee, wat ging er anders? Was het werkplan in orde? Zo nee, wat had beter gekund? Hoe betrouwbaar zijn je resultaten?																																																

6

VERVUILING IN EN RONDOM JE SCHOOL

► Basisstof 5 | ► Leerdoel 6.5.10

⌚ Les 1: 10-15 minuten, les 2: 10-15 minuten

WAT GA JE DOEN?

Stichting Nederland Schoon heeft foto's gemaakt van een aantal plekken in en rondom scholen en aan mensen gevraagd een cijfer van 1 tot en met 5 te geven voor de mate van vervuiling met zwerfafval (zie tabel 1).

In afbeelding 6 zie je tien voorbeelden binnen en buiten een school met de gemiddelde scores die mensen hiervoor hebben gegeven.

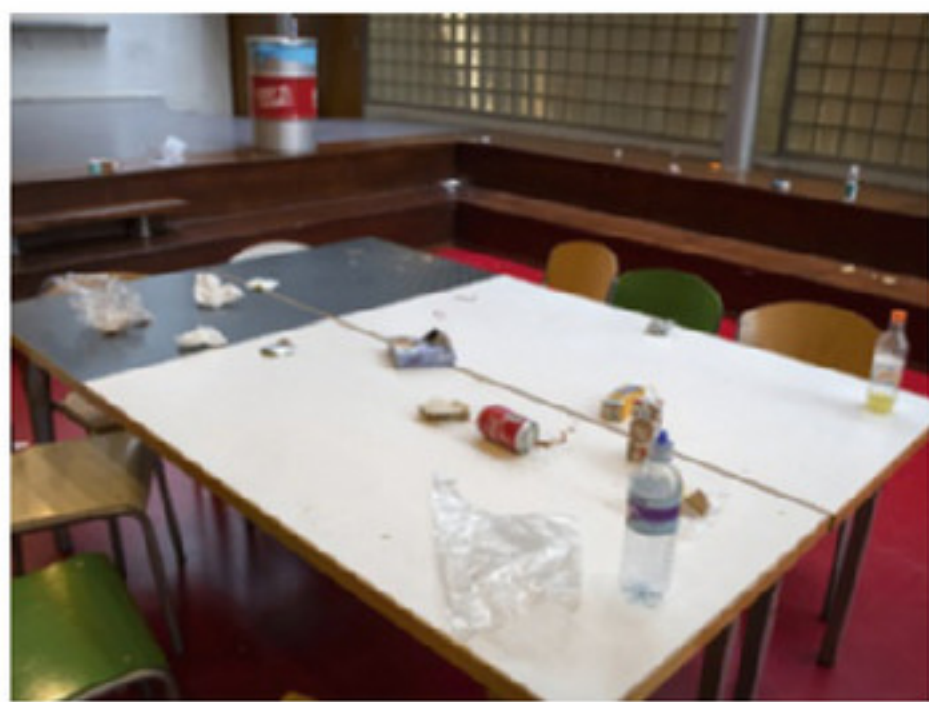
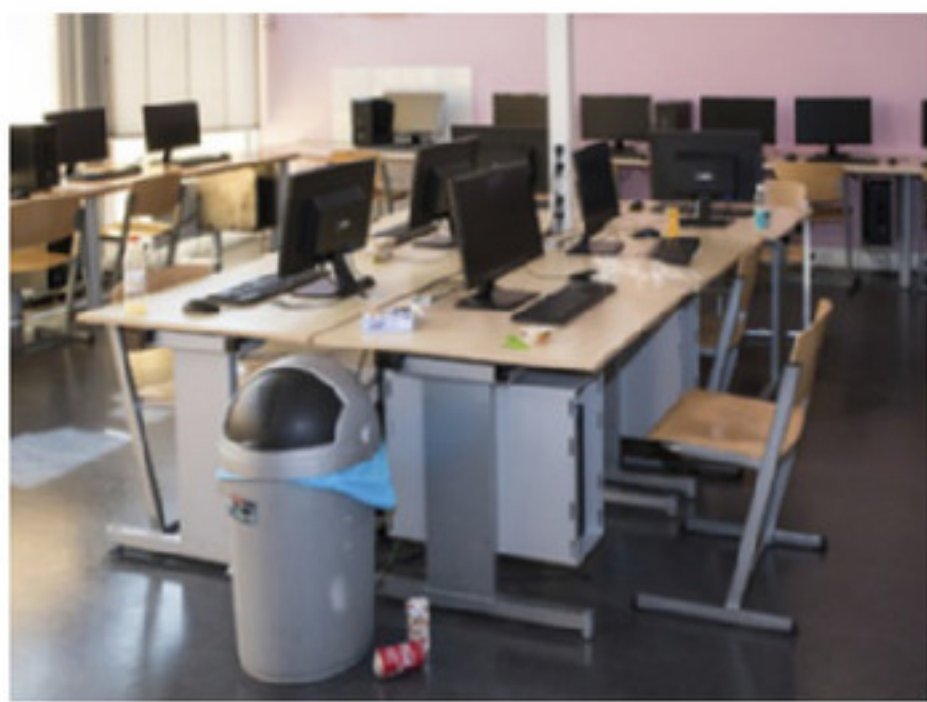
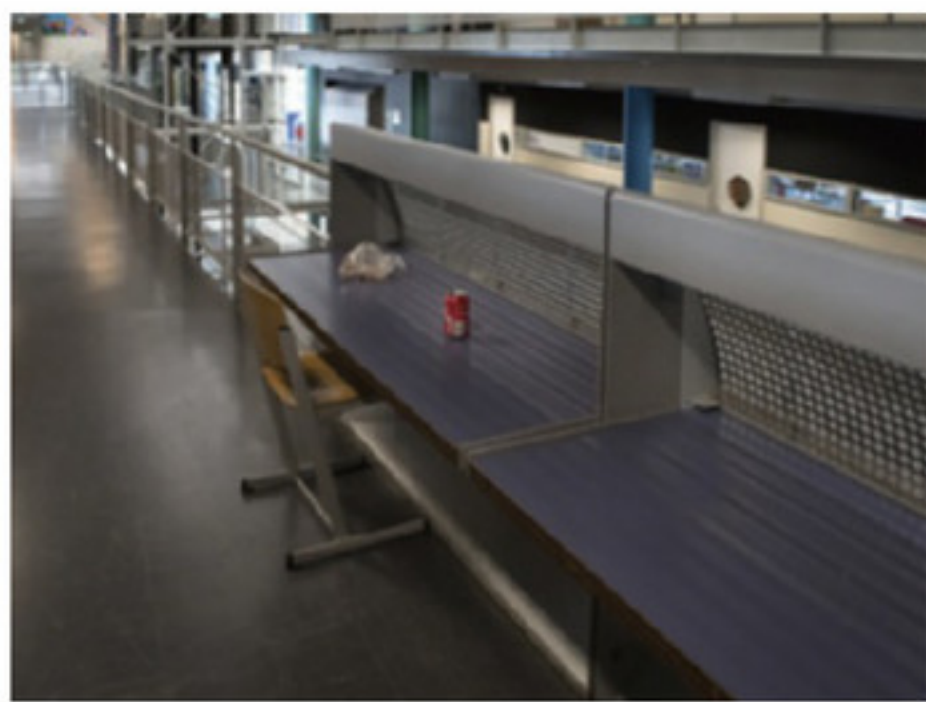
In dit practicum bekijk je de mate van vervuiling in en rondom jullie school en geef je daarvoor een cijfer.

Je doet dit practicum samen met een klasgenoot.

Tabel 1

Zeer vuil	score 1
Vuil	score 2
Matig schoon	score 3
Schoon	score 4
Zeer schoon	score 5

Afb. 6

Binnen school		
score 1 zeer vuil	score 2 vuil	score 3 matig schoon
		
score 4 schoon	score 5 zeer schoon	
		
Buiten school		
score 1 zeer vuil	score 2 vuil	score 3 matig schoon
		
score 4 schoon	score 5 zeer schoon	
		

WERKWIJZE

- Kies in overleg met je docent vier plekken binnen school en twee plekken buiten school. Kies ook de momenten waarop je de plekken een cijfer gaat geven. Bijvoorbeeld: de pauzeruimte voor en na de middagpauze.
- Vul in de tabel de plekken en het tijdstip in.
- Geef samen een cijfer voor de mate van vervuiling (1 tot en met 5). Bekijk hierbij de foto's van afbeelding 6. Als je een cijfer geeft, moet je alleen kijken naar het zwerfafval. Het gaat dus niet om andere factoren, zoals een vieze muur of ander vuil zoals hondenpoep.
- Vergelijk je scores met klasgenoten. Bespreek samen jullie scores.

Plek	Tijdstip	Score
1		
2		
3		
4		
5		
6		

7**VOEDSELAFDRUK**

► Basisstof 6 | ► Leerdoelen 6.6.13 en 6.6.14

 **30-40 minuten**

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum onderzoek je wat de voedselafdruk van je klas is. Je voedselafdruk is onderdeel van je ecologische voetafdruk. Je bekijkt in dit practicum ook wat je kunt doen om de voedselafdruk van je klas te verlagen. Je hoeft geen hypothese te bedenken.

BENODIGDHEDEN

De benodigdheden staan in de tabel.

WERKWIJZE

Voer het onderzoek uit en vul de tabel verder in.

ONDERZOEK	VOEDSELAFDruk																		
Doel onderzoek	De voedselafdruk van de klas verlagen.																		
Onderzoeksvraag	Wat is de voedselafdruk van de klas en hoe kan deze worden verlaagd?																		
Benodigheden	☐ een computer, mobiel of tablet met internet																		
Werkwijze	- Ga naar de website van het Voedingscentrum en typ als trefwoord 'voedselafdruk' in. Je vindt dan een test met vijftien vragen om je voedselafdruk te bepalen. - Maak de test. Als een vraag voor jou niet geldt, probeer hem dan te beantwoorden voor je ouders, verzorgers of huisgenoten. - Noteer in de eerste tabel hoeveel hectare landbouwgrond en hoeveel liter water per dag jouw voedselafdruk is. Noteer ook welke uitdaging(en) het Voedingscentrum jou aanbiedt om je voedselafdruk te verlagen. - Verzamel de gegevens van al je klasgenoten. - Bereken de totale voedselafdruk van de klas. Bereken ook de gemiddelde voedselafdruk per leerling. Zet deze gegevens in de tweede tabel. - Noteer in de derde tabel alle uitdagingen die de klas heeft gekregen en hoe vaak elke uitdaging is voorgekomen.																		
Resultaat	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>Mijn voedselafdruk</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Landbouwgrond (ha)</td><td></td></tr> <tr> <td>Water (L per dag)</td><td></td></tr> </tbody> </table> Uitdagingen:		Mijn voedselafdruk	Landbouwgrond (ha)		Water (L per dag)													
	Mijn voedselafdruk																		
Landbouwgrond (ha)																			
Water (L per dag)																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>Landbouwgrond (ha)</th><th>Water (L per dag)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Totaal</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Gemiddeld per leerling</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		Landbouwgrond (ha)	Water (L per dag)	Totaal			Gemiddeld per leerling											
	Landbouwgrond (ha)	Water (L per dag)																	
Totaal																			
Gemiddeld per leerling																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Uitdaging</th><th>Aantal</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Uitdaging	Aantal																
Uitdaging	Aantal																		
Conclusie																			
Discussie	Verliep alles volgens het werkplan? Bijvoorbeeld: hebben alle leerlingen van de klas de test gedaan? Heb je alle vragen kunnen beantwoorden? Was het werkplan in orde? Zo nee, wat had beter gekund? Hoe betrouwbaar zijn je resultaten?																		

Samenvatting

BASIS 1

ORGANISMEN EN HUN OMGEVING

- 1 Je kunt de invloeden op organismen indelen in biotische en abiotische factoren.**
 - Biotische factoren: invloeden afkomstig van de levende natuur, bijv. soortgenoten, roofdieren, ziekteverwekkers.
 - Abiotische factoren: invloeden afkomstig van de levenloze natuur, bijv. bodemgesteldheid, licht, regenval, temperatuur, wind, zuurstofgehalte van de lucht.
- 2 Je kunt de niveaus van de ecologie beschrijven.**
 - Organisme (individu): een levend wezen.
 - Populatie: een groep organismen van dezelfde soort die in een gebied met elkaar samenleven.
 - Ecosysteem: een bepaald gebied met alle erin levende organismen, waarbinnen de biotische en de abiotische factoren een eenheid vormen.
 - levensgemeenschap: alle populaties in het ecosysteem
 - biotoop: het geheel van abiotische factoren in het ecosysteem
 - Biosfeer: het deel van de aarde (en de lucht eromheen) waar leven mogelijk is.
- 3 Je kunt in een ecosysteem de voedselrelaties aangeven.**
 - Biomassa: de totale hoeveelheid energierijke stoffen in een organisme.
 - Voedselketen: een reeks soorten, waarbij elke soort een voedselbron is voor de volgende soort.
 - Elke voedselketen heeft een plantensoort als eerste schakel.
 - Voedselweb (voedselnet): het geheel van voedselrelaties in een ecosysteem.
 - In een voedselweb lopen allerlei voedselketens door elkaar.
 - Accumulatie: ophoping van stoffen in elke volgende schakel van een voedselketen.

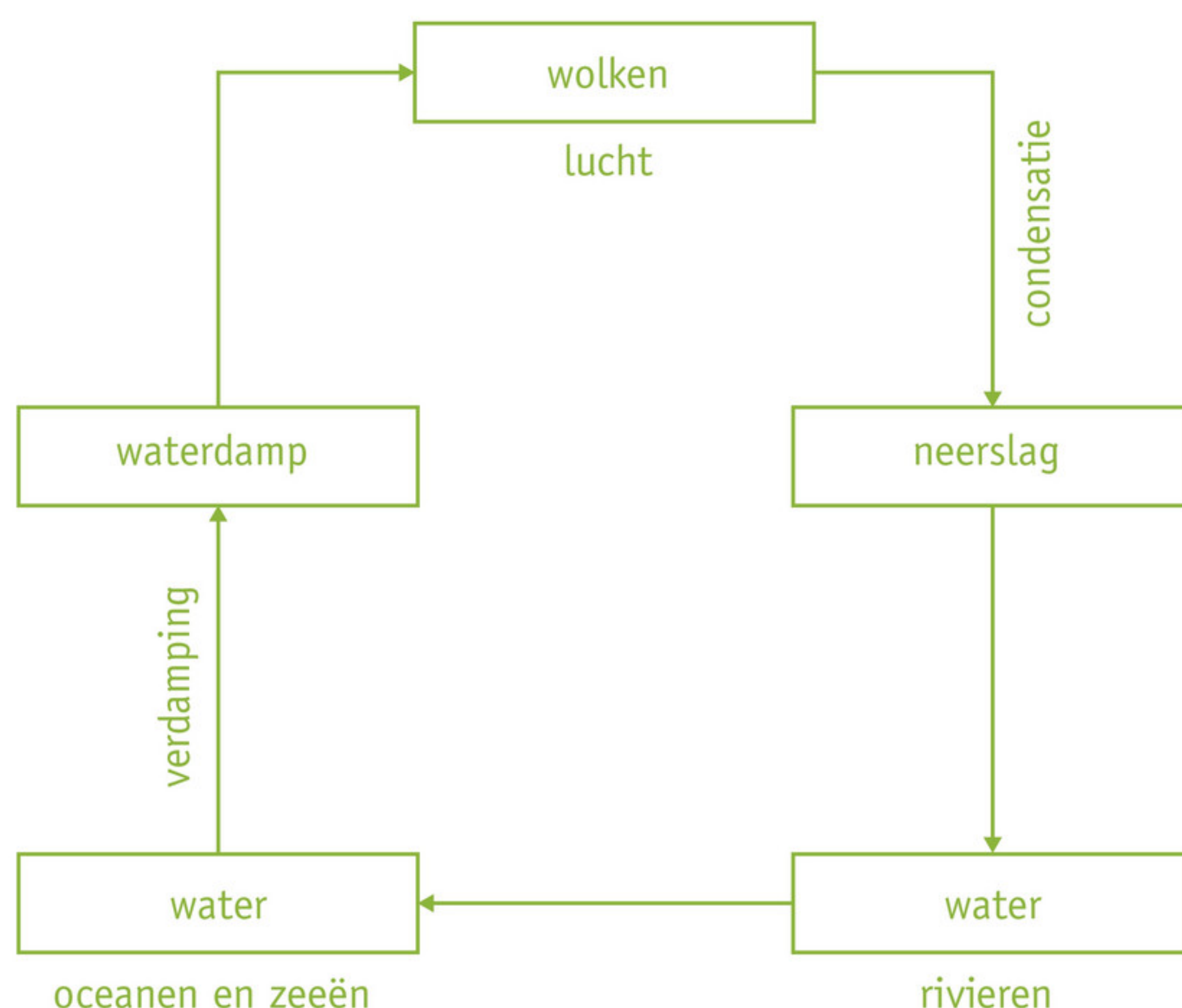
BASIS 2

VOEDSELRELATIES EN KRINGLOPEN

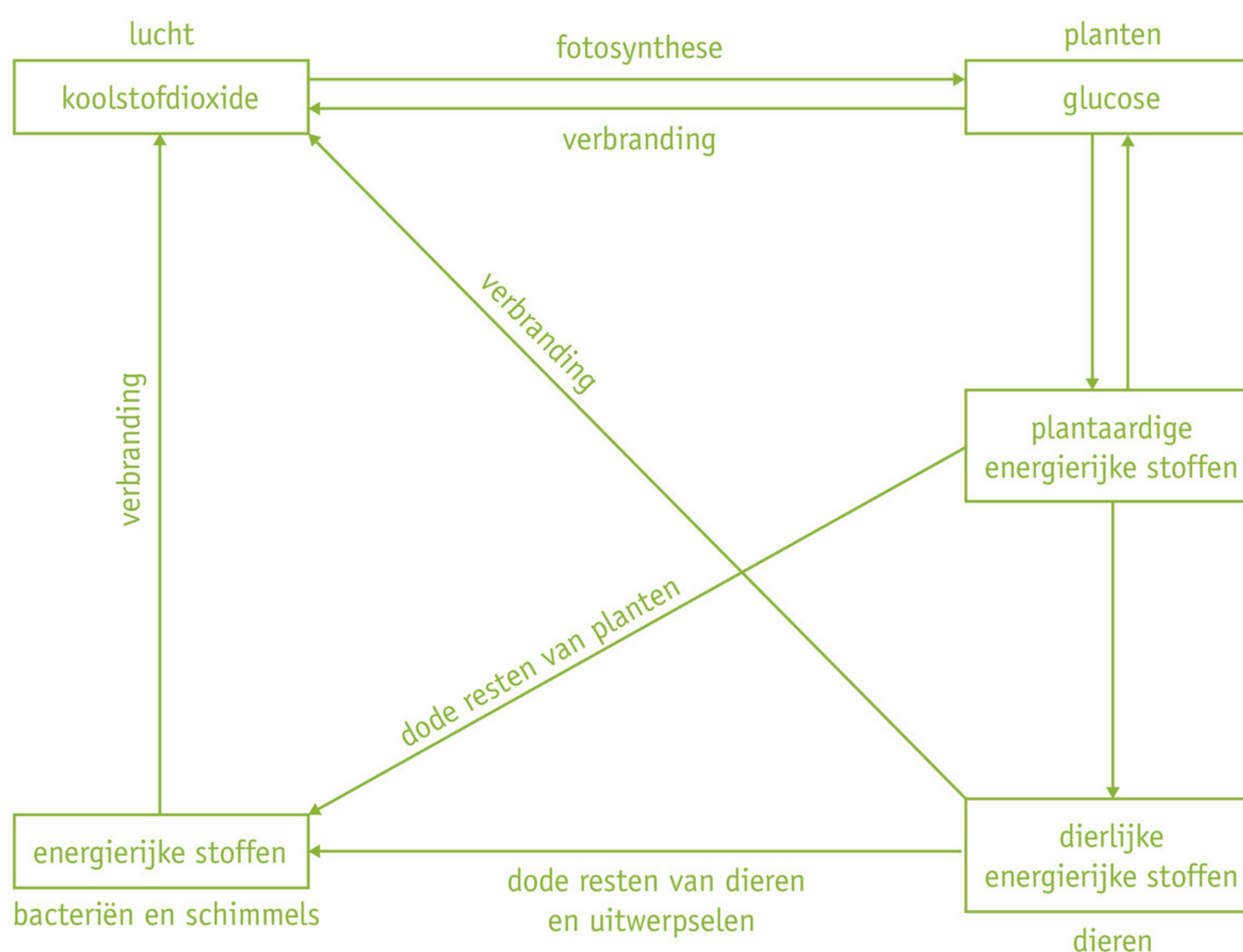
- 4 Je kunt de groepen organismen in de kringloop van stoffen beschrijven.**
 - Producenten: leveren het voedsel voor alle andere organismen.
 - Planten zijn producenten. In de groene delen van planten vindt fotosynthese plaats.
 - Consumenten: eten de stoffen die door planten zijn gemaakt.
 - Consumenten van de eerste orde worden gegeten door consumenten van de tweede orde, en die weer door consumenten van de derde orde, enz.
 - Tot de consumenten behoren planteneters, vleeseters, alleseters en afvaleters.
 - Dieren zijn consumenten.
 - Reducenten: ruimen de dode resten van organismen op.
 - Hierdoor komen er weer mineralen vrij voor de producenten.
 - Bacteriën en schimmels zijn reducenten.
 - Biologisch afbreekbaar afval: afval dat door reducenten (bacteriën en schimmels) kan worden afgebroken.
 - afvalresten van planten, dieren of mensen, bijv. bladeren, broodkorsten, fruitschillen, papier, uitwerpselen
 - Niet-biologisch afbreekbaar afval: afval dat niet door reducenten kan worden afgebroken.
 - Alleen de mens zorgt voor niet-biologisch afbreekbaar afval, bijv. batterijen, glas, metaal, verpakkingen van plastic

5 Je kunt de kringlopen van water en van koolstof beschrijven.

- De kringloop van water.



- De kringloop van koolstof.



BASIS 3

SAMENLEVEN

6 Je kunt uitleggen wat een biologisch evenwicht is.

- Biologisch evenwicht: een toestand waarin de grootte van elke populatie in een ecosysteem schommelt om een bepaalde waarde.
 - De populatiegrootte is afhankelijk van biotische en abiotische factoren.

7 Je kunt uitleggen hoe soorten afhankelijk zijn van elkaar voor voedsel, een schuilplaats en voortplanting.

- Elk individu heeft relaties met andere individuen.
 - concurrentie (competitie), bijv. om voedsel, een partner of een veilige plek
 - samenwerking, bijv. bij de jacht of bij paarvorming.
- Tussen populaties van verschillende soorten vindt vaak weinig concurrentie plaats, doordat soorten zich specialiseren.

- Symbiose: langdurige relatie tussen individuen van verschillende soorten.
 - mutualisme: beide individuen hebben voordeel van de relatie, bijv. korstmoss
 - commensalisme: een individu heeft voordeel en de ander heeft geen nadeel, bijv. boomalg
 - parasitisme: een individu heeft voordeel en de ander heeft nadeel, bijv. teek

BASIS 4

NATUURBEHEER

8 Je kunt verklaren dat veel natuur in Nederland is ontstaan door ingrijpen van de mens.

- Mensen zijn afhankelijk van hun leefomgeving (milieu) voor voedsel, water, zuurstof, energie, grondstoffen en recreatie.
- Het Nederlandse landschap is een cultuurlandschap:
 - Het is gevormd door activiteiten van mensen in het verleden, bijv. landbouw (weilanden), energiewinning (hout), waterbeheer (dijken, sloten).

9 Je kunt manieren noemen waarop mensen in Nederland de natuur behouden, beschermen en herstellen.

- Biodiversiteit is de variatie aan soorten in de natuur.
- Natuurbeheer: behouden, beschermen en herstellen van gebieden die niet in gebruik zijn voor wonen, werken, landbouw of verkeer.
- Herintroductie: het terugbrengen van een dier- of plantensoort in een land.
- Maatregelen bij natuurbeheer:
 - herintroductie, bijv. ooievaar, bever.
 - bescherming door later maaien, bijv. weidevogels
 - kappen van bomen, bijv. om heide open te houden
 - afschot (jacht), bijv. ganzen bij Schiphol
 - waterbeheer, bijv. rivieren verbreden

BASIS 5

MENS EN MILIEU

10 Je kunt enkele oorzaken en gevolgen van uitputting en vervuiling beschrijven.

- Oorzaken van de milieuproblemen.
 - bevolkingstoename: meer mensen hebben meer voedsel, energie en grondstoffen nodig
 - manier van leven: consumptie, industrie, apparaten en vervoer
- De mens kan het milieu aantasten door:
 - stoffen uit het milieu te halen; dit leidt tot uitputting (bijv. grondstoffen)
 - stoffen aan het milieu toe te voegen; dit leidt tot vervuiling (bijv. afvalstoffen)
- Uitputting: van energie, van grondstoffen, van landbouwgrond.
 - Fossiele brandstoffen en grondstoffen raken op.
 - Monocultuur: een grote akker waarop maar één soort gewas wordt verbouwd.
- Vervuiling: luchtvervuiling, bodemvervuiling, watervervuiling, bijv.:
 - stikstof uit mest in de lucht
 - giftige stoffen uit de industrie in de bodem
 - zware metalen in het grondwater

11 Je kunt enkele oorzaken en gevolgen van klimaatverandering beschrijven.

- Versterkt broeikaseffect: doordat er meer broeikasgassen aan de dampkring worden afgegeven, warmt de aarde op.
 - De belangrijkste broeikasgassen zijn koolstofdioxide en waterdamp.
 - Oorzaken zijn o.a. fossiele brandstoffen, veeteelt en ontbossing.
- Klimaatverandering door de opwarming van de aarde.
 - oorzaak: het versterkte broeikaseffect
 - gevolgen: o.a. extreem weer, overstromingen, droogte, stijging van de zeespiegel, verzilting, verstoring van het biologisch evenwicht in ecosystemen
- Veranderingen in de natuur: de biodiversiteit neemt af.
 - Tot een miljoen soorten wordt met uitsterven bedreigd.

BASIS 6

DUURZAAMHEID

12 Je kunt de ecologische voetafdruk van Nederland vergelijken met die van andere landen.

- Ecologische voetafdruk: hoeveel aarde nodig is voor jouw voedsel, energie, grondstoffen en afval.
 - Hoe groot je voetafdruk is, hangt af van je leefstijl en consumptie.
 - Per persoon is op aarde 1,7 ha beschikbaar (1 ha = 100 × 100 m).
 - De voetafdruk van mensen op aarde is gemiddeld 2,6 ha.
 - De voetafdruk van mensen in Nederland is gemiddeld 6,3 ha.

13 Je kunt uitleggen wat duurzaamheid is.

- Duurzaamheid:
 - niet meer stoffen uit het milieu halen dan het milieu kan aanvullen
 - niet meer stoffen toevoegen aan het milieu dan het milieu kan verwerken
- Duurzame ontwikkeling: gebruiken wat we nodig hebben, én de aarde in dezelfde staat doorgeven aan toekomstige generaties.

14 Je kunt aangeven wat duurzame oplossingen voor milieuproblemen in Nederland kunnen zijn.

- Duurzame energie: de energiebron raakt niet op en veroorzaakt geen of minder milieuvervuiling.
 - biomassa: als brandstof om elektriciteit op te wekken, als grondstof voor biobrandstof
 - elektriciteit uit windenergie, zonne-energie en bodemwarmte
- Duurzame landbouw:
 - biologische landbouw: geen monoculturen, geen kunstmest, geen chemische gewasbeschermingsmiddelen
 - stadslandbouw: voedsel produceren in de stad (naast, in of op gebouwen)
 - verticale landbouw: planten in bakken boven elkaar met (gekleurd) ledlicht
 - precisielandbouw: met behulp van technologie de opbrengst vergroten
- Minder vervuiling: door maatregelen van de Nederlandse regering en de Europese Unie.
- Minder broeikasgassen: minder energie uit fossiele brandstoffen gebruiken, bijv. elektrische auto's en scooters, isolatie, zuinige apparaten.

EXTRA 7

ENERGIESTROOM IN EEN ECOSYSTEEM

15 Je kunt de energiestroom in een ecosysteem beschrijven.

- Autotrofe organismen: hebben bladgroen en kunnen energierijke stoffen maken door fotosynthese.
 - Autotrofe organismen hebben geen andere organismen nodig voor hun voedsel.
- Heterotrofe organismen: nemen energierijke en energiearme stoffen op uit hun milieu.
 - Heterotrofe organismen hebben andere organismen nodig voor hun voedsel.
- De energiestroom in een ecosysteem: in elke schakel van een voedselketen verdwijnt energie uit de voedselketen.
 - Sommige individuen sterven zonder dat ze worden gegeten door individuen van de volgende schakel.
 - Van de individuen die wel worden gegeten, wordt een deel niet verteerd. Dit deel komt in de uitwerpselen terecht.
 - Van de stoffen die wel worden verteerd, wordt een deel verbruikt als brandstoffen. Bij de verbranding hiervan komt energie vrij, meestal in de vorm van warmte of beweging.
 - Het overgebleven deel kan worden gebruikt als bouwstoffen. Dit deel kan als voedsel dienen voor de volgende schakel van de voedselketen.

EXTRA 8

VOEDSELPRODUCTIE

16 Je kunt de landbouw in Nederland beschrijven.

- Voedingsgewassen: planten die in de akkerbouw en tuinbouw worden verbouwd.
- Landbouwhuisdieren: dieren die in de veeteelt worden gehouden.
- Opbrengst van voedingsgewassen en landbouwhuisdieren vergroten:
 - de bodem bemesten en bewerken
 - de gewassen beschermen tegen ziekten en plagen
 - landbouwhuisdieren speciaal voer geven
 - landbouwhuisdieren beschermen tegen ziekten
 - planten of dieren kruisen, fokken of gebruikmaken van technieken uit de biotechnologie
- Akkerbouw:
 - Omvat grote bedrijven met veel grond.
 - De voedingsgewassen worden verbouwd in monoculturen.
 - Voordeel van monoculturen: er kunnen grote machines worden gebruikt.
 - Nadelen van monoculturen: er is een grote kans op insectenplagen en ziekten van de gewassen en de bodem raakt snel uitgeput.
- Gewasbescherming: planten beschermen tegen ziekten en (insecten)plagen.
 - Chemische gewasbeschermingsmiddelen: biociden.
 - Biociden zijn vaak niet-selectief (doden ook nuttige organismen).
 - Organismen kunnen resistent worden tegen biociden.
 - Biociden kunnen in de voedselketen terechtkomen, waarbij accumulatie optreedt.
 - Biologische gewasbescherming, bijv. met natuurlijke vijanden.
- Kenmerken van de biologische landbouw.
 - Er zijn geen monoculturen.
 - Er wordt geen kunstmest gebruikt.
 - Er worden geen chemische gewasbeschermingsmiddelen gebruikt.
 - Er wordt vruchtwisseling toegepast.
 - Dieren hebben de ruimte om los te lopen (scharrelen).

ONDERZOEK

LEREN ONDERZOEKEN & PRACTICA

17 Je kunt een beschrijvend onderzoek uitvoeren.**18 Je kunt een bodemprofiel maken.**

 Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.

Zorgen voor



In dit project ga je een eigen onderzoek bedenken, voorbereiden, uitvoeren en presenteren. Het project duurt ongeveer vier lesuren. Je werkt samen in een groepje van drie. Ook buiten de lesuren werk je aan het project.

Verduurzamen van de school

DOEL VAN JE ONDERZOEK

Het doel van je onderzoek is een bijdrage leveren aan het verduurzamen van je school. Je kiest een van de volgende vier thema's:

- afval en recyclen
- biodiversiteit rond de school
- duurzame energie op school
- duurzame voeding



Je onderzoekt hoe duurzaam (of niet duurzaam) jouw school al is. Je kunt bijvoorbeeld een literatuuronderzoek doen naar groene energie voor scholen, maar je kunt ook de biodiversiteit op jouw schoolplein in kaart brengen. Of je onderzoekt wat er gebeurt met het afval van de kantine. Bedenk het maar! Je sluit je onderzoek af met enkele adviezen aan de schoolleiding: wat kan de leiding doen om jouw school (nog) duurzamer te maken?

UITVOERING

Hiernaast staan de onderzoeksvaardigheden die je hebt geleerd. Pas minimaal tien van deze vaardigheden toe tijdens het project. Houd ook bij welke vaardigheden je gebruikt.

- Kies een van de vier thema's waarbinnen jullie het onderzoek willen doen.
- Bedenk wat jullie willen onderzoeken. Bedenk samen ook welk type onderzoek jullie daarvoor willen gebruiken. Overleg met de docent of jullie idee haalbaar is.
- Bereid het onderzoek voor op de manier zoals jullie hebben geleerd. Laat de docent de voorbereiding controleren.
- Voer het onderzoek uit volgens de stappen die jullie hebben geleerd.
- Presenteer jullie onderzoek. Geef hierin jullie adviezen aan de schoolleiding. De docent bepaalt of het onderzoek schriftelijk of mondeling wordt gepresenteerd.

de toekomst

ONDERZOEKSVAAARDIGHEDEN

Algemeen

- 1 Je kent verschillende typen natuurwetenschappelijk onderzoek.
- 2 Je kunt de stappen van een natuurwetenschappelijk onderzoek beschrijven.
- 3 Je kunt bepalen welk type onderzoek het meest geschikt is.
- 4 Je kunt een literatuuronderzoek uitvoeren.
- 5 Je kunt een beschrijvend onderzoek uitvoeren.

Onderzoek

- 6 Je kunt (met hulp) het doel van een onderzoek formuleren.
- 7 Je kunt (met hulp) een onderzoeksvraag formuleren.
- 8 Je kunt een hypothese formuleren.
- 9 Je kunt (met hulp) een werkplan maken voor een onderzoek.
- 10 Je kunt een onderzoek uitvoeren volgens een werkplan.
- 11 Je kunt nauwkeurig metingen uitvoeren.

Resultaten en conclusie

- 12 Je kunt beoordelen welk type diagram geschikt is om je resultaten weer te geven.
- 13 Je kunt je resultaten weergeven in een staafdiagram, een lijndiagram of een cirkeldiagram.
- 14 Je kunt resultaten (digitaal) verwerken in een tabel of een grafiek.
- 15 Je kunt een of meer conclusies trekken die antwoord geven op de onderzoeksvraag.
- 16 Je kunt de hypothese beoordelen door deze met de conclusie te vergelijken.
- 17 Je kunt beoordelen of de resultaten betrouwbaar zijn.

Presentatie

- 18 Je kunt een onderzoek mondeling presenteren.
- 19 Je kunt een onderzoek schriftelijk presenteren.



Register

20-wekenecho.....62

A

aanranding 39
 abiotische factor 180
 abortus 49
 accumulatie 184
 afvaleter 191
 aids 51
 albino 118
 allel 117
 allelenpaar.....117
 anticonceptiemiddel 46
 anticonceptiepil 48
 anticonceptiepleister.....71
 anticonceptiestaafe 71
 asexueel 36
 autotroof.....239

B

baarmoeder 17
 balzak.....27
 basen 116
 basenpaar.....116
 bedreigd 209
 bevalling.....74
 bevruchting.....58
 bijbal 28
 biociden 243
 biodiversiteit.....209
 biologisch afbreekbaar.....193
 biologisch evenwicht.....200
 biologische gewasbescherming 245
 biologische landbouw 230
 biomassa 183, 227
 biosfeer 182
 biotechnologie 144
 biotische factor 180
 biotoop.....182
 biseksueel 36
 blauwalg.....220
 bodemprofiel 253
 bodemvervuiling 218
 bosbouw.....208
 broeikas effect 219
 broeikasgas 219

C

celdeling.....98

chemisch
 gewasbeschermingsmiddel.....218
 chlamydia 50
 chromosoom 98
 clitoris 17
 clitoriseikel.....17
 clitorishoed.....17
 coïtus interruptus.....47
 combinatietest.....62
 commensalisme 202
 concurrentie.....201
 condoom 47
 consument.....190
 consumenten van de eerste orde 190
 consumenten van de tweede orde...190
 crispr-cas 145
 cultuurlandschap 208

D

DNA 98
 DNA-sequentie.....158
 DNA-tests.....149
 dochtercel.....98
 dominant allel.....162
 duurzaamheid.....227
 duurzame energie 227
 duurzame ontwikkeling 227
 dwarsligging 75

E

echo 61
 ecologie.....180
 ecologische voetafdruk.....226
 ecosysteem 182
 eDNA 149
 eikel 17
 eierstok 17
 eikel 28
 eileider 17
 eisprong 17
 eiwitsynthese.....159
 eiwitten 117
 embryo 60
 energierijke stof 239
 energiestroom.....239
 erectie 28
 evolutie 125
 evolutietheorie.....125

F

fenotype 99
 foetus 60
 fossiel.....133
 fossiele brandstof 217

G

gastheer 202
 geboorteregeling.....46
 geestelijke verandering 10
 gemuteerd 118
 gen 99
 gender 37
 genderdysforie 37
 gene editing.....145
 genetische modificatie 144
 genexpressie.....158
 genomics 148
 genotype.....99
 gentherapie 146
 genvariant.....117
 geologische tijdschaal 134
 geslacht 8, 37
 geslachtscel.....108
 geslachtschromosoom.....107
 geslachtsgemeenschap 28
 geslachtskenmerk 8
 geslachtsziekte 50
 giftig.....184
 grens 38
 grondstof 217

H

hergebruik 228
 herintroductie 210
 heteroseksueel 36
 heterotroof.....239
 heterozygoot 162
 hiv 51
 hiv-remmers.....51
 homoseksueel 36
 homozygoot 162
 hormoon 20
 hormoonspiraaltje.....72
 hypofyse.....20

I

incest.....39
 individu 181

innesteling.....	59	niet-biologisch afbreekbaar afval....	193	rudiment.....	137
intersekse.....	8	niet-selectief		rudimentair orgaan.....	137
intimiteit.....	36	gewasbeschermingsmiddel.....	243	S	
isolatie	128	NIPT	62	samenwerking.....	201
K		niveau	181	schaamlippen, binnenste	17
kanker	120	NuvaRing	71	schaamlippen, buitenste	17
keizersnede	75	O		schakel	183
klaarkomen.....	35	onderbroken		secundair geslachtskenmerk.....	9
klimaatverandering	220	geslachtsgemeenschap	47	sediment	133
koperspiraaltje.....	72	ongesteld zijn	18	seks.....	8
kringloop	191	ongewenste intimiteiten	39	seksualiteit.....	35
kringlooplandbouw	229	ontsluiting	74	seksueel geweld.....	39
kunstmest.....	243	organische mest.....	243	seksueel grensoverschrijdend	
kwaadaardig	120	orgasme.....	35	gedrag	39
L		overgang.....	20	seksueel overdraagbare aandoening..	50
landbouw.....	208, 242	overlevingskans	126	seropositief.....	51
landbouwhuisdier	242	overtijd	49	soa	50
lesbisch	36	ovulatie	17	soa-test	50
levensgemeenschap.....	182	P		sperma	28
lichaamscel.....	98	paarvorming	201	spermacel.....	27
lichamelijke verandering	9	panseksueel	36	spiraaltje	72
loverboy.....	39	parasiet	202	spontane (erfelijke) mutatie.....	160
luchtvervuiling	218	parasitisme.....	202	stadslandbouw	229
lustbeleving	35	paren.....	106	sterilisatie.....	72
M		penis	28	stijging van de zeespiegel.....	220
maagdenvlies.....	18	periodieke onthouding	47	stikstof	218
maandverband.....	19	persweeën	74	strooisel	254
masturbatie	35	pil.....	48	stuitligging.....	75
meiose.....	108	placenta.....	60	symbiose	202
menstruatie	18	plasticsoep	194	synthetische biologie	149
menstruatiecup.....	19	populatie	181	T	
menstruatiecyclus.....	20	populatiegrootte	200	tampon.....	19
milieu	180	porno.....	36	teelbal	27
milieuprobleem.....	217	pornografie	36	territorium	201
mineralen	217	precisielandbouw.....	229	transcriptie	159
moederkoek.....	60	prenataal onderzoek.....	61	transgeen.....	144
monocultuur	217	pretecho	62	transgender	37
morning-afterpil	49	prikpil.....	71	transseksueel	37
mutagene invloed	119	primair geslachtskenmerk.....	8	trofisch niveau	239
mutant.....	118	producent	190	tumor.....	120
mutatie	118	prostaat.....	28	U	
mutualisme.....	202	puberteit.....	8	uitdrijving	74
N		R		uitputting.....	217
nageboorte	75	rangorde	201	uitsterven	209
natuurbeheer	210	recessief allel.....	162	uitzaaiing.....	120
natuurlijke selectie.....	126	recombinant-DNA-techniek.....	144	V	
natuurlijke vijand	245	recycling	228	vagina.....	17
navel	75	reducent	191	varianten van een gen	107
navelstreng.....	60	resistent	243	variatie in genotypen	108
		RNA	159		

verkrachting	39
versterkt broeikaseffect	219
verticale landbouw	229
vervuiling	217
verwantschap	136
verzilting	221
voedingsgewas	242
voedselketen	183
voedselnet	183
voedselweb	183
voorbehoedsmiddel	36
voorhuid	36
voortplanting	35
vrouwencondoom	72
vruchtvlies	61
vruchtwater	61
vruchtwisseling	245
vulva	17

W

watervervuiling	218
weeën	74
wens	38

Z

zaadblaasje	28
zaadcel	27
zaadleider	28
zaadlozing	28
zelfbevrediging	35
zweepstaart	29
zwellichaam	17, 28

Colofon

ONTWERP BINNENWERK

Pointer grafische vormgeving
Crius Group

ONTWERP OMSLAG

Studio Struis

UITVOERING BINNENWERK

Crius Group

EINDREDACTIE

Lineke Pijnappels

AUTEURS

Daniël van Draanen
Marianne Gommers
Arthur Jansen
Judith Korhorn
Rob Melchers
Hans Rawee

MET MEDEWERKING VAN

Arteunis Bos
Onno Kalverda
Rik Smale

BUREAU REDACTIE

Ivonne Hermens

BEELDRESEARCH

B en U International Picture Service, Amsterdam

FOTO'S EN ILLUSTRATIES

123RF, Erik Eshuis Infographics, Groningen, Baurzhan Moldabekov: blz. 198 (9); 123RF, Erik Eshuis Infographics, Groningen: blz. 98 (2); 123RF, Malmberg, Erik Eshuis Infographics, Groningen: blz. 41; 123RF: blz. 67, 68, 99, 109 (6), 121, 125 (1), 128 (7.2), 154; ANP Foto, Den Haag, Dr Morley Read / Science Photo Library: blz. 202 (5.3); ANP Foto, Den Haag, Imageselect, Wassenaar, Thinkstock: blz. 119 (7); ANP Foto, Den Haag, Koen Suyk: blz. 230 (4.2), 242 (1.1); ANP Foto, Den Haag, Mischa Schoemaker: blz. 42 (9.2); ANP Foto, Den Haag, Nils van Houts: blz. 228 (2.1); ANP Foto, Den Haag, Science Photo Library: blz. 17, 29 (5, 6), 61, 87, 98 (1.2), 106, 107 (2), 109 (7), 131 (10), 159 (3); Bas Teunis Zoological Illustrations, Sinderen: blz. 131 (11.2, 11.3), 136, 137 (6.1), 140 (10); Bas van der Schot, Amsterdam: blz. 233; COC Nederland, Amsterdam: blz. 37; Corbis via Getty Images: blz. 104; Corina van Riel, Shutterstock: blz. 140 (9); Diomedia, Yorgos Nikas: blz. 59 (2.1); Dreamstime: blz. 79 (2.2); Ecofemme / Cute Cotton: blz. 26; Erik Eshuis

Infographics, Groningen: blz. 10, 12, 14, 16 (2), 18 (4), 19 (7.3), 21 (11), 23 (b), 32, 53, 66, 77 (6), 79 (1), 80, 81, 82 (4.2), 83, 85, 100 (4.2, 5), 102, 110 (9, 10), 112 (12), 113 (14), 114 (17), 115, 116 (2), 127, 128 (6), 138 (8), 139, 142 (12), 146 (2.1), 150, 182 (5), 185, 188, 189 (11.2), 192 (4), 195, 196, 197 (b), 198 (10), 200 (1.2), 201 (1.3), 204 (6), 207, 209, 216, 221 (9), 222, 223, 226, 240, 241, 247, 250 (3), 257, 258, 261 (1), 265; Examen HAVO: blz. 197 (8); Flood Maps - Firetree.net, ©2005, Alex Tingle: blz. 220 (7.1); FLPA / Nature in Stock, Hillegom, Nigel Cattlin: blz. 246 (6.2); Fotografie Marijn Olislagers, 's-Hertogenbosch: blz. 54 (14.2, 14.4, 14.6); Getty Images, Paul Oomen: blz. 228 (2.2); Getty Images, Wally Eberhart: blz. 253; Getty Images: blz. 6-7, 33 (9), 96-97; Hans Oostrum Fotografie, Den Haag: blz. 16 (1), 27 (1); Hans Rawee, Amersfoort: blz. 215; Henk van der Vrande: blz. 46 (2), 109 (5), 244 (4); Hollandse Hoogte, Den Haag, Co de Kruijf: blz. 242 (1.3); Hollandse Hoogte, Den Haag, EyeEm GmbH: blz. 206; Hollandse Hoogte, Den Haag, Michiel Wijnbergh: blz. 220 (6); Hollandse Hoogte, Den Haag, Patrick Harderwijk: blz. 42 (9.1); Hollandse Hoogte, Den Haag, Robin Utrecht: blz. 57, 124; Hollandse Hoogte, Den Haag, Roger Dohmen: blz. 77 (5); Hollandse Hoogte, Den Haag, Thomas Schlijper: blz. 50 (9.1); Imageselect, Wassenaar, Alamy: blz. 119 (6.2), 156, 163 (2.2), 165; Imageselect, Wassenaar, Jim West / Alamy: blz. 220 (7.2); Imageselect, Wassenaar, Patrick Pleul / dpa-Zentralbild/ZB/dpa/Alamy Live News: blz. 236; Imageselect, Wassenaar: blz. 8, 71 (2.1); Isagani Serrano/CPS: blz. 145 (1.4); Jacob van den Borne, Reusel: blz. 229 (3.2); Malmberg, Bas Teunis Zoological Illustrations, Sinderen: blz. 180, 182 (3), 183, 191; Malmberg, Henk van der Vrande: blz. 72 (5.2); Malmberg, Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: blz. 47 (3), 48 (5, 7); Malmberg, Voermans van Bree Fotografie, Arnhem: blz. 48 (6); Malmberg, Henk van der Vrande: blz. 27 (2); Malmberg, Shutterstock, koya979, Iren_Geo, Belish, Erik Eshuis Infographics, Groningen: blz. 64; Medical Visuals Maartje Kunen, 123RF, Shutterstock: blz. 164; Medical Visuals Maartje Kunen: blz. 9, 78, 122, 137 (6.2, 6.3); Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: blz. 56, 147, 250 (2), 255, 260, 261 (6); Milieucentraal / Shutterstock: blz. 230 (4.1); Compendium voor de Leefomgeving: 210; 213; Nationale Beeldbank, Den Haag, Wierink Imaging: blz. 187; Notpla: blz. 199; Picture-Alliance / Photoshot: blz. 101; Piel, Frédéric & Patil, Anand & Howes, Rosalind & Nyangiri, Oscar & Gething, Peter & Williams, Thomas & Weatherall, David & Hay, Simon. (2010). Global distribution of the sickle cell gene and geographical confirmation of the malaria hypothesis. Nature communications. 1. 104. 10.1038/ncomms1104. , Y. T. Bouma Cartografie, Leusden: blz. 132; Shutterstock / Malmberg, Thunderstock / Erik Eshuis Infographics, Groningen: blz. 52 (10); Shutterstock, A.von Dueren: blz. 189 (11.1); Shutterstock, Aleksandr Markin: blz. 70;

Shutterstock, Alexander Sviridov: blz. 44; Shutterstock, Alexandros Michailidis: blz. 221 (8.2); Shutterstock, Alexmalexra: blz. 19 (6); Shutterstock, Als een Rode Lap - Elco: blz. 211 (6.4); shutterstock, Andre Nantel: blz. 148; Shutterstock, Andreas Wolochow: blz. 133 (1.2); Shutterstock, Ann in the uk: blz. 163 (3); Shutterstock, ANP Foto, Den Haag, Melinda Fawver, Eye of science / Science Photo Library: blz. 202 (4); Shutterstock, Anton Havelaar: blz. 242 (1.2); Shutterstock, Argentarius: blz. 130 (8); Shutterstock, Art Babych: blz. 128 (7.1); Shutterstock, Ben Gingell: blz. 221 (8.1); Shutterstock, Bildagentur Zoonar GmbH: blz. 126 (3.2); Shutterstock, Burlingham: blz. 11 (5.1); Shutterstock, Butterfly Hunter: blz. 138 (7.3); Shutterstock, Caftor: blz. 38; Shutterstock, CP DC Press: blz. 25; Shutterstock, crbellette: blz. 126 (4); Shutterstock, Donaldb: blz. 225; Shutterstock, DutchScenery: blz. 217 (3); Shutterstock, East: blz. 145 (1.2); Shutterstock, Elena Dijour: blz. 125 (2.1); Shutterstock, Elle Arden Images, DM7, Ralf Juergen Kraft: blz. 135 (4); Shutterstock, Emilio100: blz. 202 (5.2); Shutterstock, Eric Isselee: blz. 138 (7.1, 7.4); Shutterstock, ESB Professional: blz. 36 (2); Shutterstock, flaviano fabrizi: blz. 205; Shutterstock, Fortgens Photography: blz. 217 (2.1); Shutterstock, Foto Mous: blz. 119 (6.3); Shutterstock, Fotos593: blz. 72 (3); Shutterstock, GaiBru Photo: blz. 123; Shutterstock, Gio.tto: blz. 158; Shutterstock, h2ojs: blz. 49; Shutterstock, Hans Gert Broeder: blz. 204 (7); Shutterstock, happymay: blz. 178-179; Shutterstock, hjochen: blz. 33 (10); Shutterstock, I Capture It: blz. 208 (3); Shutterstock, Image Point Fr: blz. 71 (2.2); Shutterstock, images72: blz. 125 (2.2); Shutterstock, Irene Libano: blz. 145 (1.1); Shutterstock, Jaap Posthumus: blz. 243; Shutterstock, Jacob Lund: blz. 11 (5.2); Shutterstock, Jez Bennett: blz. 201 (2); Shutterstock, Josep Curto: blz. 193 (5.1); Shutterstock, JPC-PROD: blz. 72 (4.1); Shutterstock, Jstone: blz. 43; Shutterstock, Kaentian Street: blz. 218 (4.1); Shutterstock, kamomeem: blz. 218 (4.3); Shutterstock, Kanittha Boon: blz. 194 (6.2); Shutterstock, Karl Nesh: blz. 50 (9.2); Shutterstock, kipgodi: blz. 11 (5.3); Shutterstock, Koy_Hipster: blz. 47 (4.1); Shutterstock, lauramntg: blz. 72 (4.2); Shutterstock, Linda Bucklin: blz. 142 (13); Shutterstock, Lucia L: blz. 246 (6.1); Shutterstock, lzf: blz. 13 (7); Shutterstock, Marina Lohrbach: blz. 219; Shutterstock, Mark Brandon: blz. 125 (2.3); Shutterstock,

Martin Pelanek: blz. 126 (3.3); Shutterstock, Max Topchii, Vincenzo De Bernardo, Jeanette Dietl: blz. 162; Shutterstock, Merlin74: blz. 133 (1.1); Shutterstock, Mikadun: blz. 218 (4.2); Shutterstock, MJTH: blz. 36 (1); Shutterstock, Monkey Business Images: blz. 110 (8); Shutterstock, Nick Stubbs: blz. 82 (4.1); Shutterstock, Only background: blz. 13 (8); Shutterstock, PhotoSky: blz. 208 (2); Shutterstock, pikselstock: blz. 116 (1); Shutterstock, pixelheadphoto digitalskillet: blz. 114 (16); Shutterstock, Ray Hennessy: blz. 126 (3.1); Shutterstock, ric Isselee, nelik, Rudmer Zwerver: blz. 170; Shutterstock, Rich Carey: blz. 194 (6.1); Shutterstock, Rocketclips, Inc.: blz. 54 (14.3); Shutterstock, Ruud Morijn Photographer: blz. 163 (2.1), 211 (6.1); Shutterstock, Sander Groffen: blz. 131 (11.1); Shutterstock, Scharfsinn: blz. 224; Shutterstock, science photo: blz. 159 (2); Shutterstock, Sergei25: blz. 201 (3); Shutterstock, Serhii Shcherbyna: blz. 160; Shutterstock, sichkarenko.com: blz. 119 (6.1); Shutterstock, slyellow: blz. 79 (3); Shutterstock, Sunny_baby: blz. 112 (13); Shutterstock, Suzanne Tucker: blz. 62 (6.1); Shutterstock, SV34D: blz. 211 (6.2); Shutterstock, Sven Hoppe: blz. 46 (1); Shutterstock, Thy: blz. 145 (1.3); Shutterstock, Tomasz Klejdysz: blz. 202 (5.1); Shutterstock, travelcamera: blz. 193 (5.2); Shutterstock, Vanatchanan: blz. 15; Shutterstock, vchal: blz. 146 (2.2); Shutterstock, Vluue: blz. 34; Shutterstock, WAYHOME studio: blz. 54 (14.1, 14.5); Shutterstock, whitetherock photo: blz. 62 (6.2); Shutterstock, Wim d'Hooge: blz. 214; Shutterstock, Yein Jeon: blz. 229 (3.1); Shutterstock, Ysbrand Cosijn: blz. 211 (6.3); Shutterstock, yuda chen: blz. 138 (7.2); Shutterstock, zlikovec: blz. 217 (2.2); Shutterstock, Zurijeta, OSTILL is Franck Camhi, Robert Kneschke: blz. 118 (4); Shutterstock, Zvereva Yana: blz. 100 (4.1); Shutterstock, Zzvet: blz. 105; Shutterstock: blz. 133 (1.3), 234; Skal Bio Controle, Zwolle, Dierenbescherming, Den Haag, Stichting Demeter, Driebergen, Stichting Max Havelaar, Utrecht, Stichting EKO-keurmerk, Ede, Rainforest Alliance, Amsterdam, Aquaculture Stewardship Council, Utrecht, Marine Stewardship Council International, Londen: blz. 231; Voermans van Bree Fotografie, Arnhem: blz. 39; Wikimedia Commons: blz. 79 (2.1, 2.3); Wim R. Euverman, Shutterstock, Aerovista Luchtfotografie: blz. 181; www.onuitwisbaar.nu: blz. 45; ZorginBeeld.nl, Frank Muller: blz. 71 (1).

ISBN 978 94 020 7279 2

Release 8.1, eerste oplage

MALMBERG

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van 23 augustus 1985, St.b. 471, en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp).

Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

© Malmberg, 's-Hertogenbosch

Ondanks vele inspanningen is het de uitgever misschien niet gelukt alle rechthebbenden te achterhalen. Wie denkt rechthebbende te zijn, kan zich wenden tot de uitgever.



Je mag dit boek houden.
Handig als naslagwerk.



Je mag in dit boek schrijven
en aantekeningen maken.



Je hebt ook toegang tot
de online leeromgeving.

EINDREDACTIE

Lineke Pijnappels

AUTEURS

Daniël van Draanen

Marianne Gommers

Arthur Jansen

Judith Korhorn

Rob Melchers

Hans Rawee

MET MEDEWERKING VAN

Arteunis Bos

Onno Kalverda

Rik Smale

Release 8.1

ISBN 978 94 020 7279 2



9 789402 072792

598764-01